

Sami Saarinen

# Maa-ainestenottoalueen kartoittaminen ja jatkokäytön suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

30.04.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sami Saarinen Maa-ainestenottoalueen kartoittaminen ja jatkokäytön suunnittelu 37 sivua 30.04.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Lehtori Tapani Järvenpää Kauppatieteiden tohtori Mikael Vainionpää
<p>Tässä insinöörityössä selvitettiin Lohjanharjulla sijaitsevan Harjun kiinteistön maa-ainestenottoluvan mukaisesti otettavien ja käsiteltävien maa-ainesten määrää ja laatua sekä arvioitiin alueen jatkokäyttömahdollisuuksia. Saatuja tuloksia on tarkoitus käyttää maa-ainesten oton sekä jatkokäytön suunnittelussa.</p> <p>Maa-ainesmäärien laskemista varten alueelle tehtiin 3D-lennokkikartoitus, josta saadun aineiston perusteella voitiin laskea ja arvioida tilavuuksia. Niitä laskettiin alueella oleville maa-aineskasoille sekä erityisesti tutkittaville maa-aineksille. Lisäksi arvioitiin käsiteltävän maa-aineksen määrää koko alueella niin, että alueelle muodostuu tasainen kenttä. Kartoituksen ja aineiston käsittelyn teki Metropolia Ammattikorkeakoulun Maanmittaustekniikan yksikkö.</p> <p>Maa-ainesten laadun ja ominaisuuksien arviointia varten alueelta otettiin maa-ainesnäytteitä, joille tehtiin laboratoriotutkimuksia Metropolia Ammattikorkeakoulun Rakennustekniikan yksikön laboratoriossa. Tutkimuksissa määritettiin rakeisuus, irtotiheys sekä hienoaines- ja kosteuspitoisuus. Maa-ainestutkimusten perusteella maa-ainekset nimettiin ja arvioitiin niiden ominaisuuksia, erityisesti routivuutta. Tutkitut maa-ainekset jakautuivat hiekkoihin ja moreeneihin, joista hiekat tulkittiin routimattomiksi ja moreenit mahdollisesti routiviksi.</p> <p>Harjun kiinteistön jatkokäyttömahdollisuuksia arvioitaessa otettiin huomioon alueen keskeinen sijainti E18 moottoritien varrella hyvien kulkuyhteyksien päässä lähellä Lohjan keskustaa. Jatkokäytön suunnittelussa huomioitiin myös ympäristöä koskevat asiat. Alueen käyttömahdollisuuksia voisivat olla esimerkiksi jonkin tyyppinen varastointiliiketoiminta, liikerakentaminen tai vapaa-aikaan ja harrastuksiin liittyvä toiminta. Arvioinnin perusteella tehtiin suunnitelmaluonnos alueesta.</p>	
Avainsanat	3D-kartoitus, Maa-ainesten otto, Maa-alueen kaupallinen hyödyntäminen

Author Title	Sami Saarinen Survey and follow-up planning of the soil extraction area
Number of Pages Date	37 pages 30 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructors	Tapani Järvenpää, Senior Lecturer Mikael Vainionpää, Doctor of Science (Economics)
<p>This Thesis examines the soil quantity and quality which will be taken and processed according to the soil extraction permit of the property called Harju located on the Lohjanharju. In addition, the follow-up development of the area was assessed. The results of the tests are used for planning of the soil extraction and further use of the area.</p> <p>In order to calculate the soil extraction quantities the 3D UAV (Unmanned Aerial Vehicle) mapping was executed. On the basis of the received material the calculations could be made and the volumes estimated. Volumes were calculated for the soil heaps of the area and especially for the tested soil. In addition, the quantity of the treated soil on the whole area was assessed so that a flat field will be formed. The mapping and the data processing was made by the Surveying Technology unit of the Metropolia University of Applied Sciences.</p> <p>Soil samples were taken for estimation of the quality and characteristics the soil and the laboratory tests were made in the laboratory of the Civil Engineering unit of the Metropolia University of Applied Sciences. In the tests of the granularity, bulk density as well as fines and moisture content were determined. On the basis of the soil tests the soils were named and its characteristics, especially freezing, were estimated. The tested soils were divided to sands and moraines from which the sands were explained to be non-freeze able and the moraines possibly freeze able.</p> <p>The central location by the side of the E18 highway with good travelling connections near to the center of Lohja was taken into consideration when the follow-up development of the Harju property was assessed. In the follow-up planning also the environmental issues were noted. The planning of the area could for example be some kind of warehousing activities, commercial constructions or leisure activities. On the basis of the examination a draft plan for the area was presented.</p>	
Keywords	3D mapping, Soil extraction, The commercial development of the domain

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Alueen kartoitus	4
2.1	3D-lennokkikuvaus	4
2.2	Kerätyn aineiston käsittely	6
3	Maa-ainesnäytteet	8
3.1	Maa-ainesnäytteiden otto	9
3.2	Maa-ainesnäytteiden laboratoriotutkimukset	10
3.3	Maa-ainesten käyttökelpoisuuden arvioiminen	14
4	Jatkokäytön suunnittelu	16
4.1	Alueen käyttömahdollisuuksia	16
4.2	Alueen käyttöä suunniteltaessa huomioitavaa	17
5	Tulokset ja tulosten käsittely	19
5.1	Maa-ainestutkimusten tulokset	19
5.2	Maa-ainesnäytteiden nimeäminen	21
5.3	Maa-ainesten routivuuden arvioiminen	23
5.4	Alueella käsiteltävät maa-ainesmäärät	26
5.5	Suunnitelmaluonnos maa-alueen jatkokäytöstä	30
5.5.1	Rakentamiselle ja muille toiminnoille varatut alueet	31
5.5.2	Kulkuväylät alueella	32
5.5.3	Viheralueet	32
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36

## Lyhenteet

3D	<i>Three dimensional.</i> Kolmiulotteinen grafiikka, jonka avulla voidaan kuvia esittää kolmiulotteisena tietokoneen näytöllä.
GPS	<i>Global Positioning System.</i> Maailmanlaajuinen Yhdysvaltojen kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä.
SFS	<i>Finlands Standardiseringsförbund.</i> Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa, joka toimii SFS-standardien julkaisijana.

## 1 Johdanto

Erilaisiin rakentamisen käyttötarkoituksiin soveltuvien maa-ainesten, kuten hiekkojen ja sorien määrät ja esiintymisalueiden sijainnit suhteessa käyttökeltvottomiin tai arvottomiin maa-aineksiin vaikuttavat usein maa-ainesten oton kokonaistaloudellisuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Hiekka- ja sorapitoisten maa-ainesten hyvät jalostus- ja käyttömahdollisuudet lisäävät niiden arvoa, joten niiden otto on todennäköisimmin taloudellisesti kannattavaa. Maa-ainesten oton päätyttyä hyvälle hiekkapohjaiselle alueelle saattaisi olla sekä taloudellisesti että ympäristömielessä kannattavaa suunnitella jatkokäyttömahdollisuuksia, sillä maisemoinnilla alueen palauttaminen alkuperäiseen muotoonsa ei todennäköisesti ole mahdollista ja esimerkiksi rakentaminen kantavalle maapohjalle on edullista.

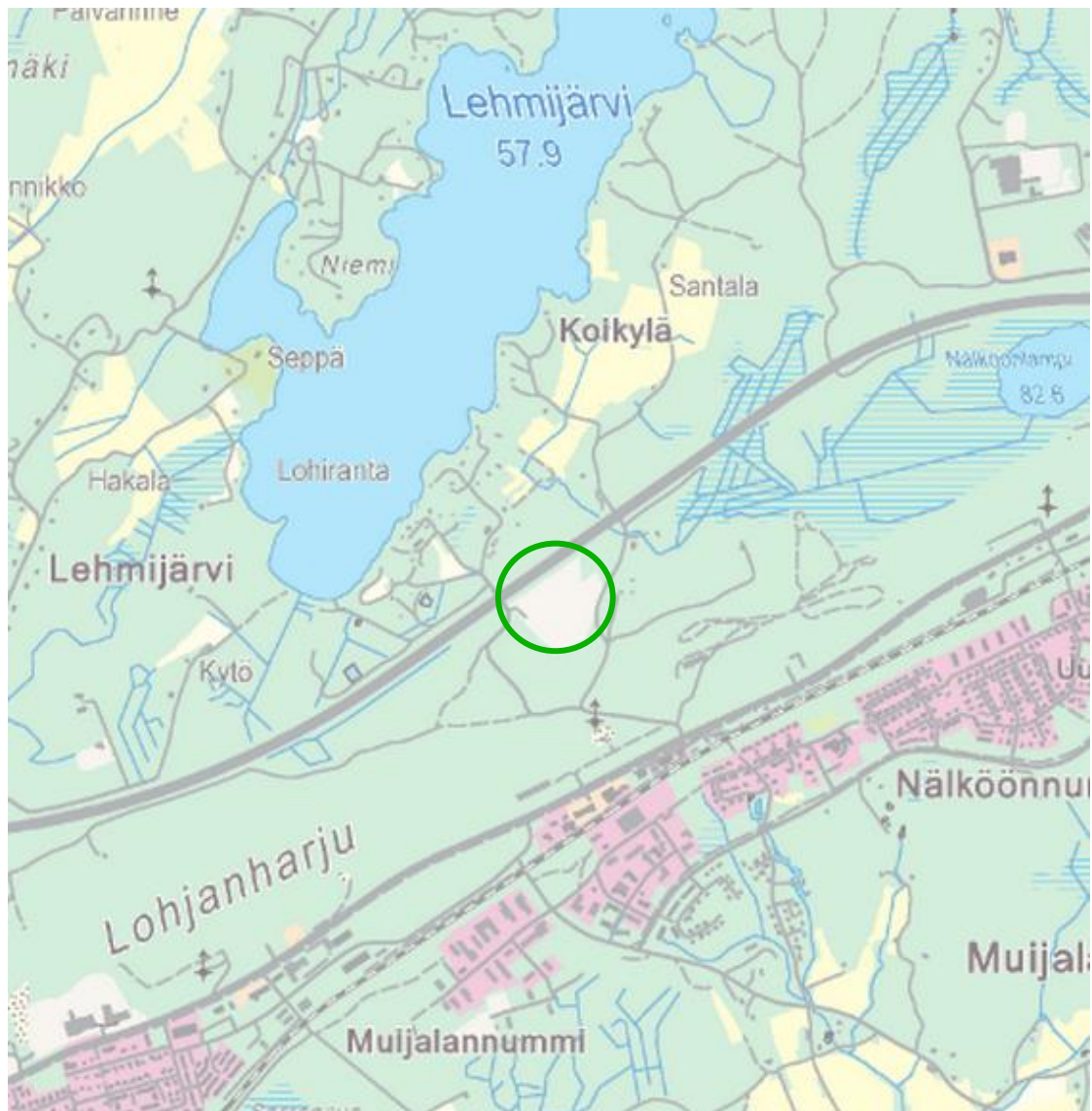
Tämän insinööritöön tavoitteena on selvittää Lohjanharjulla sijaitsevan Harjun kiinteistön maa-ainestenottoalueen tämän hetkinen tila ja arvioida otettavia maa-ainesmääriä ja -laatuja. Lisäksi tavoitteena on laatia suunnitelmaluonnos alueen jatkokäyttömahdollisuuksista. Näitä varten alue kartoitetaan ja sieltä otetaan riittävä määrä maa-ainesnäytteitä maa-ainesten määrän ja laadun selvittämiseksi. Tutkimusten perusteella tehdään geotekninen maalajiluokitus sekä selvitetään maa-ainesten hyötykäyttö- ja jalostusmahdollisuuksia. Tuloksia on tarkoitus käyttää hyödyksi tehtäessä alueen maa-ainestenottosuunnitelmaa ja suunniteltaessa otettavien maa-ainesten mahdollisia käyttö- ja jalostusmahdollisuuksia sekä alueen jatkokäyttöä.

Maa-ainesten laadun selvittäminen on tärkeää siksi, että hyvä ja rakentamiseen kelpaava hiekka ja sora saadaan käytettyä mahdollisimman hyvin hyödyksi sitä tarvitsevilla kohteilla. Kun maa-ainesten koostumukset tunnetaan, voidaan ne tällöin jaotella eri luokkiin ominaisuuksiensa mukaan. Tämä on myös taloudellisesti kannattavaa, koska tällöin hyvälaatuinen maa-aines ei mene muun maa-aineksen mukana toissijaisiin käyttökohteisiin.

Alueen jatkokäyttömahdollisuuksia on tarkoitus selvittää, jotta hyvällä sijainnilla olevalle alueelle löytyisi hyötykäyttöä tulevaisuudessa. Myös alueen käyttöä rajoittavia tekijöitä selvitetään. Selvitysten perusteella laaditaan suunnitelmaluonnos alueen jatkokäyttömahdollisuuksien mukaisista toiminta- ja viheralueista. Saatuja tuloksia hyödyntämällä

voidaan jatkossa arvioida alueen taloudellisesti järkevää käyttöä. Suunnitelmien on tarkoitus toimia pohjana tulevaisuudessa tehtäville tarkemmille suunnitelmille.

Insinööriyössä käsiteltävä Harjun kiinteistö RN:o 1:196 sijaitsee Lohjanharjulla E18 moottoritien välittömässä läheisyydessä. Alue rajautuu moottoritien, Lohirannantien ja Koikyläntien rajaamalle alueelle. Alueelta ei ole liittymää moottoritielle, vaan kulku tapahtuu Lohirannantien tieliittymän kautta maantielle 1125 (Lohjanharjuntie). Maantieltä 1125 on yhteys E18 moottoritielle, itäkautta matkaa on 2,2 kilometriä ja länsikautta 4,0 kilometriä. Alueen koko on 6,59 hehtaaria. Alueella on ollut maa-ainesten ottolupa vuodesta 1999, josta osa on sijainnut moottoritielinjauksessa. Alue on toiminut E18 moottoritien rakentamisen aikana ylijäämämaiden ja muiden maamassojen sekä kantojen välivarastointipaikkana. Tällä hetkellä alueella on jäljellä ottolupa 50 000 kuution maa-ainesmäärälle. Kuvassa 1 on sijaintikartta Harjun kiinteistön sijoittumisesta lähiympäristöön. Alue on merkitty keskelle karttaa vihreällä ympyrällä.



Kuva 1. Harjun kiinteistön sijainti kartalla. [11.]

Osa jäljellä olevista maa-aineksista on läjitettyinä kasoihin ja loput ovat koskemattomana alkuperäisillä paikoillaan. Suurin osa maa-aineksesta on arviolta sora- tai hiekkapitoisia. Lisäksi alueella on jonkin verran mahdollisesti humuspitoisia maa-aineksia. Alueen eteläosaan, Koikyläntien varteen on rakennettu ylijäämämaista suojavallia. Maa-aineksia on tarkoitus ottaa niin, että alueelle muodostuu tasainen kenttä, johon on mahdollista suunnitella jatko- ja hyötykäyttöä varten rakentamista ja piha-alueita.



## 2 Alueen kartoitus

Tutkimuksen kohteena oleva maa-alue on ensin kartoitettava, jotta saadaan halutun laajuinen aineisto alueen pinnanmuodoista. Kartoitusvaihtoehtoina esillä olivat tavallinen takymetrimittaus, laserkeilaus sekä kolmiulotteinen eli 3D-lennokkikuvaus. Kartoitus päätettiin tehdä 3D-lennokkikuvauksena, jolla saadaan kartoitettua pinnanmuodot tarkasti ja helposti. Valintaan vaikutti myös halu kokeilla uudentyyppistä tekniikkaa sekä se, että 3D-lennokkikuvaus oli helposti saatavilla Metropolia Ammattikorkeakoulun sisäلتä. Lisäksi valintaan vaikutti se, että takymetrimittauksella ei olisi saatu kohtuullisella työllä kerättyä riittävää aineistoa. Laserkeilauksella olisi kyllä saatu riittävän laaja pistepilviaineisto, mutta mahdollisuus sen käyttöön olisi ollut hankalampaa verrattuna lennokkikartoitukseen.

Kartoituksen ja saadun kartta-aineiston käsittelyn suoritti Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran Maanmittaustekniikan yksikkö laboratorioinsinööri Ilkka Partosen johdolla. Tuotetun kartta-aineiston perusteella voitiin laskea arvio otettavien maa-ainesten määrästä, kun alue tasoitetaan sopivaksi määritettyyn tasoon. Myös maa-ainesten näytteenottopaikat merkittiin kartta-aineistoon ja laskettiin kullekin näytteelle likimääräinen maa-ainesmäärä. Lisäksi arvioitiin aineiston perusteella alueella olevien ylijäämämaamassakasojen suuruuksia.

Maa-aineksen määrien laskeminen helpottaa huomattavasti maa-ainesten oton suunnittelua sekä työn toteuttamista, kun tiedetään kuinka paljon on kutakin maalajia käsiteltävänä. Laskelmien perusteella on myös helpompi suunnitella maa-ainesten jalostusmahdollisuuksia sekä siihen käytettävissä olevia maa-ainesmääriä. Kartta-aineistoa voidaan käyttää myös pohjakarttana ja apuna alueen suunnitelmaluonnoksen teossa.

### 2.1 3D-lennokkikuvaus

Kartoituksessa käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran Maanmittaustekniikan yksikön erityisesti 3D-kartoitusta varten hankittua Senseflyn valmistamaa Swinglet Cam -kuvauslennokkia sekä siihen yhteensopivaa ohjelmistoa, jonka avulla kerätystä aineistosta saatiin luotua kartta-aineisto. Lisäksi käytössä oli Trimble S6 -takymetrin kanssa yhteensopiva maastotietokone ja GPS-antennilla varustettu mittaus-

sauva maastossa tehtäviä mittauksia varten. GPS on lyhenne sanoista *Global Positioning System*, joka on maailmanlaajuinen Yhdysvaltojen kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä. Lennokin siipien kärkiväli on 80 cm ja paino noin 500 g. Lennokki oli varustettu 12 megapikselin eli 12 miljoonaa kuvapistettä yhteen kuvaan sijoittavalla kameralla sekä GPS-vastaanottimella, jonka avulla se pystyi määrittämään jokaisen ottamansa kuvan sijainnin.

Kartoituksen aluksi alueen ympärille sijoitettiin noin 0,5 m<sup>2</sup> kokoisia signaalilevyjä, joiden avulla otetut kuvat ja saatu aineisto voitiin sitoa tarkasti kiinni GPS-koordinaatteihin. Jokaisen signaalilevyn koordinaatit määritettiin Trimblen maastotietokoneen avulla. Mittaustarkkuudeksi tässä tapauksessa riitti, että signaalilevyn keskikohdan sijainti on tiedossa muutaman senttimetrin tarkkuudella, sillä lennokin kuvaamien ilmakuvien kuvapisteiden koon vuoksi sitä ei voida tarkemmin paikantaa. Lennokki ja signaalilevyn sijainnin mittausta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. 3D-kartoituksessa käytetty lennokki ja signaalilevyn sijainnin mittausta. [12.]

Signaalilevyjen asettamisen jälkeen lennokille määritettiin tietokoneohjelman avulla lentoreitti, joka kattoi riittävän tarkasti koko kartoitettavan alueen. Lentoreitti perustui otettavien kuvien peittoprosenttiin, eli siihen kuinka paljon kuvat menevät toistensa päälle. Tässä työssä käytettiin peittoprosenttina 70%, joka oli kartoittajien mielestä riittävä tarkkuus. GPS-vastaanotinta lennokki käytti myös suunnistukseen, jotta se pysyi tällä ennalta määritellyllä lentoreitillä. Lennokki lähetettiin maasta käsin heittämällä, minkä jälkeen se lensi automaattisesti ennalta määritellyn lentoreitin mukaisesti ja las-

keutui halutulle paikalle. Lennokin ohjaaminen myös manuaalisesti on mahdollista turvallisuussyistä.

## 2.2 Kerätyn aineiston käsittely

Lennokkikuvauksessa kerätyn aineiston käsittelyssä käytettiin Agisoft PhotoScan Professional -ohjelmistoa. Ohjelma tekee alueesta pistepilviaineiston, jonka avulla voidaan luoda 3D-pintamalli ja -ortokuva eli mittatarkka ilmakuva. Kuvista saadaan määritettyä tarkasti erilaisia kohteita. Kuvassa 3 on ohjelman avulla alueesta luotu 3D-ilmakuva. Lentoreitti ja -korkeus määritettiin niin, että yksi pikseli vastaisi noin 4 cm x 4 cm koosta aluetta maastossa. Tämä toteutui hyvin ja kuvauksessa päästiin todellisuudessa jopa hieman parempaan tarkkuuteen.

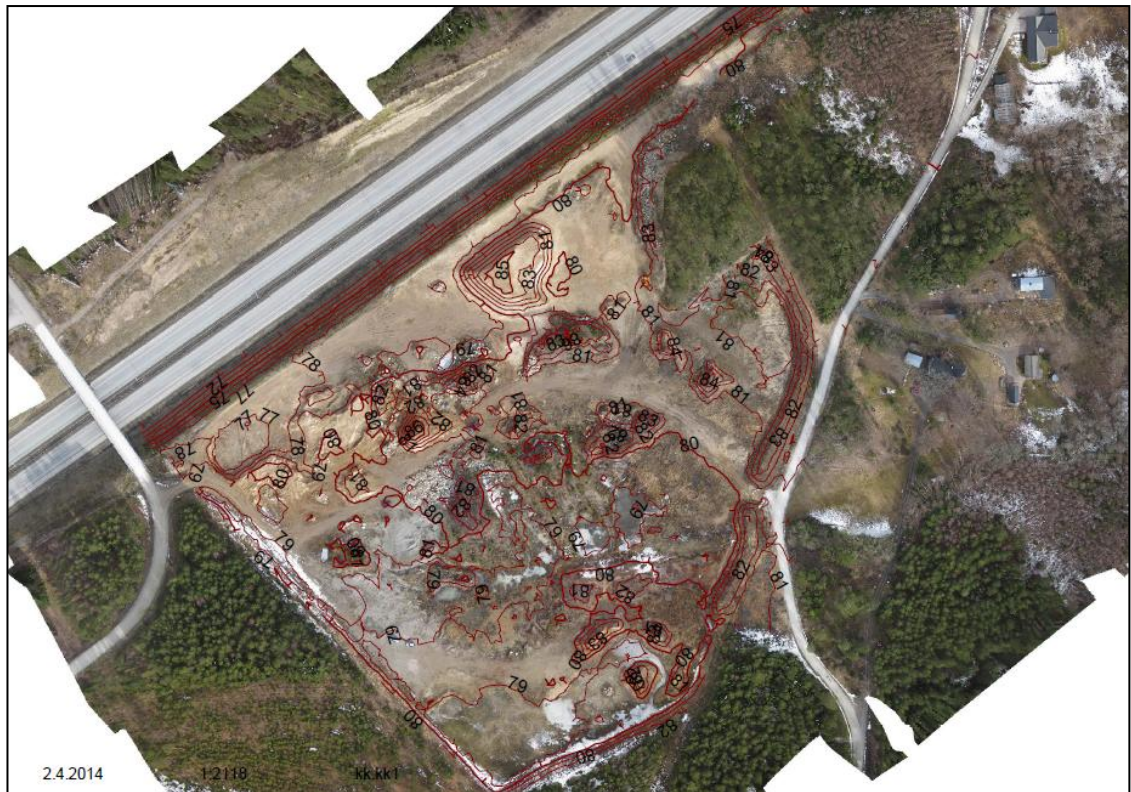


Kuva 3. 3D-ilmakuva maa-alueesta. [13.]

Korkeuskäyrien, tilavuuslaskujen sekä kasojen ja näytteenottopaikkojen sijaintikartat luotiin 3D-Win-ohjelmiston avulla. Korkeuskäyrät piirrettiin 1 metrin välein ja ne näkyvät kuvassa 4. Ortokuvaan lisättynä käyrät havainnollistavat hyvin alueen pinnanmuotoja ja maakasojen sijaintia. Ohjelman avulla laskettiin myös alueella olevien maakasojen likimääräisiä tilavuuksia. Tilavuudet laskettiin rajaamalla 3D-kuvasta laskettava kasa, ja määrittämällä kasan pohjaksi kuviteltu leikkaustaso, jolloin saatiin selville leikkaustason yläpuolelle jäävän maa-aineksen määrä. Tämä tehtiin kaikille kasoille, joista otettiin maa-ainesnäytteet sekä lisäksi muille merkittävän kokoisille maa-aineskasoille. Osa näytteistä otettiin koekuopista, jolloin arvioitiin kyseisen näytteen edustama maa-



aineksen kokonaismäärä ohjelmalla lasketun pinta-alan sekä arvioidun maa-aineskerroksen paksuuden perusteella.



Kuva 4. Korkeuskäyrät 1 metrin välein alueella. [13.]

Näytteenottopaikkojen sijainnit mitattiin GPS:n avulla maastotietokoneella ja mitatut sijainnit merkittiin ohjelman avulla ortokuvaan, jolloin on helppo havainnollistaa näytteiden sijainnit. Myös tilavuuslaskennassa mukana olleiden maakasojen sijainti sekä arvioidujen maa-ainesnäytteiden edustamat alueet merkittiin ortokuvaan.

Muiden tilavuuslaskujen lisäksi arvioitiin vielä koko maa-alueella käsiteltävänä olevien maamassojen määrää. Alueelle määritettiin koko alueen kattava leikkaustaso, jonka yläpuolelle jäivät massat saatiin laskettua ohjelman avulla. Leikkaustasosta tehtiin myös kolme 0,2 metrin välein ylempänä olevaa tasoa, jotta voitiin nähdä tason noston vaikutus siirrettävien massojen määrään.

### 3 Maa-ainesnäytteet

Maa-ainesten koostumus vaihtelee alueella erityisesti siitä syystä, että alue on toiminut ylijäämämaiden ja kantojen varastoalueena, jolloin osa maa-aineksista on sekoittunut keskenään ja osa taas on luonnontilassaan. Vaihtelua esiintyy silmämääräisesti hyvin pienillä etäisyyksillä. Suurin osa maamassoista on arviolta moreenia, hiekkaa tai soraa, mutta alueella on myös huomattava määrä mahdollisesti humuspitoista pinta-maata. Tästä syystä maa-ainesnäytteitä alueelta otetaan 13 kappaletta, jotta saataisiin riittävän laaja otanta alueella esiintyvistä maalajeista.

Jokaisesta otetuista maa-ainesnäytteistä määritetään rakeisuus, irtotiheys sekä kosteuspitoisuus. Laboratoriokokeissa pyritään noudattamaan voimassa olevia yleisiä ki-viainesten testaukseen tarkoitettuja standardeja. Kokeet suoritetaan Metropolia Am-mattikorkeakoulun Rakennustekniikan laboratoriossa Agricolankadulla. Laboratoriore-sursseista johtuen kaikkia kokeita ei välttämättä ole mahdollista suorittaa täsmälleen standardin vaatimalla tavalla. Tässä työssä ei kuitenkaan ole tarpeen tehdä kovinkaan laajoja kokeita tutkittaville maa-aineksille, sillä tarkoituksena on arvioida niiden perus-ominaisuuksia sekä käytettävyyttä. Tämän vuoksi saatavien tulosten tarkkuuden arvioi-tiin olevan riittävällä tasolla, vaikka kokeiden suorittamisessa jouduttaisiin poikkeamaan hieman standardien vaatimuksista.

Suuri osa maa-aineksista on myös todennäköisesti jalostettava jollakin tavalla ennen käyttöä, joten raaka-aineen tarkempi tutkiminen ei tässä vaiheessa ole mielekäästä. Luotettavia ja käyttökelpoisia tuloksia jalostetun tuotteen ominaisuuksista saataisiin vasta analysoimalla valmista lajiketta. Tarvittaessa alueella oleville maa-aineksille voi-daan tehdä myöhemmin laajempia ja tarkempia tutkimuksia, mikäli niiden käyttötarkoi-tus sitä vaatii.

Rakeisuuskokeiden perusteella tehdään kullekin näytteelle rakeisuuskäyrä. Saatujen tulosten perusteella määritetään jokaisen näytteen maalaji ja arvioidaan maa-ainesten ominaisuuksia sekä jalostusmahdollisuudet ja käyttökelpoisuudet erilaisissa kohteissa. Rakeisuuden perusteella voidaan myös arvioida muita maalajien ominaisuuksia, kuten esimerkiksi routivuutta [1, s. 87-92]. Maalajitietoja käytetään hyväksi myös suunnitelta-essa ja toteutettaessa maa-ainesten ottoa alueelta. Irtotiheyden määrittämisen avulla voidaan arvioida likimääräisesti kyseisen maa-aineksen irtotiheys ajoneuvon lavalle

kuormattuna. Kosteuspitoisuus kertoo suuntaa-antavasti maa-aineksen luonnontilassa sisältämän kosteuden prosentuaalisen osuuden maa-aineksen massasta.

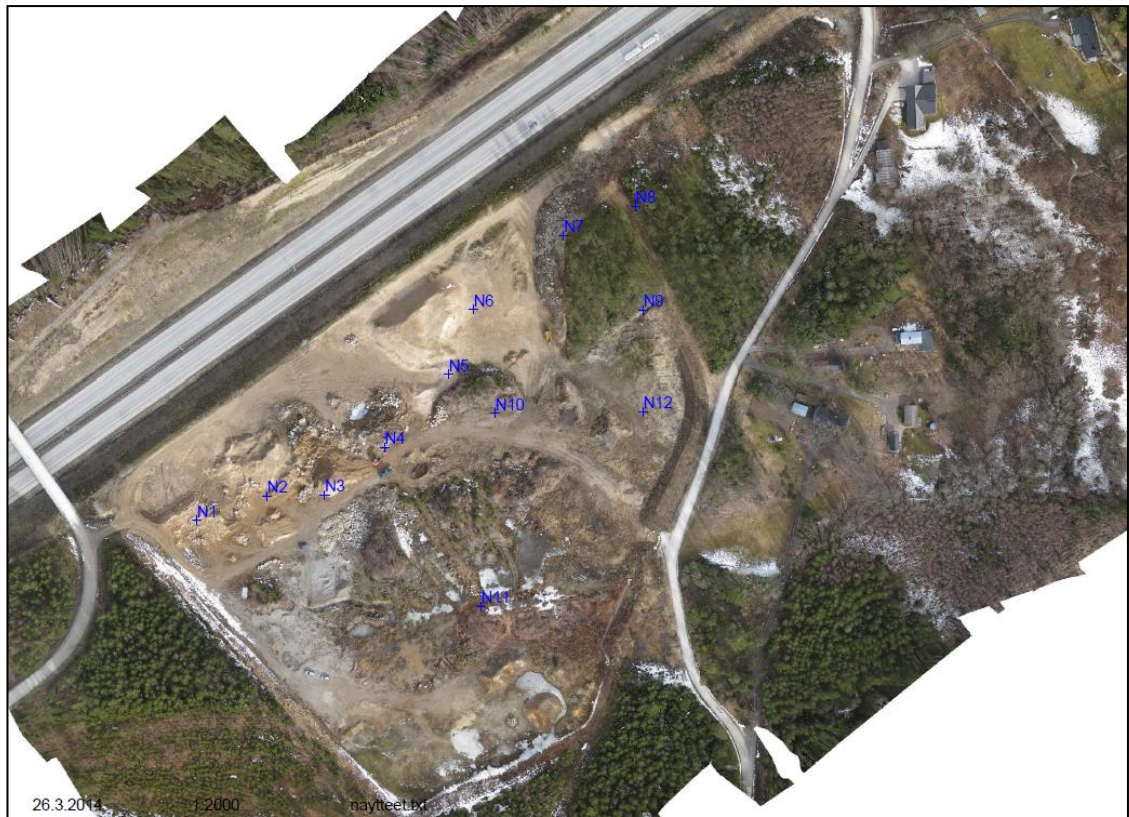
GPS-laitteella merkittyjen näytteenottopaikkojen sijaintien avulla voidaan kartta-aineiston perusteella arvioida likimääräiset maa-ainesmäärät kullekin näytteelle. Osa näytteistä on otettu kasoista ja osa koekuopista, joten tarkkaa määrää kunkin näytteen edustamalle maa-ainesmäärälle ei voida laskea. Näytteiden edustaman maa-aineksen esiintymän laajuutta arvioimalla ja tietokoneohjelman avulla lennokilla kerätyn aineiston perusteella laskemalla voidaan kuitenkin oletettavasti melko hyvin arvioida maa-ainesten määriä.

### 3.1 Maa-ainesnäytteiden otto

Maa-ainesnäytteet otettiin koekuopista tai kasasta. Koekuopat olivat syvyydeltään 0,5 metristä reiluun 1 metriin, näytteen edustaman maa-aineksen esiintymissyvyydestä riippuen. Koska maa-ainekset olivat lähes pelkästään moreenia ja hiekkaa tai soraa ja näytteistä oli tarkoitus tutkia vain rakeisuutta, kosteutta sekä irtotiheyttä, ei näytteen häiriintyminen ollut ongelmana. Tämän vuoksi näytteiden ottoon ei käytetty mitään erityistä näytteenotinta, vaan näytteet kerättiin 12 litran astioihin lapiolla niin, että näyte vastaisi rakeisuudeltaan mahdollisimman paljon sen edustamaa maa-ainesta. Otettujen maa-ainesnäytteiden massat olivat tiheydestä riippuen noin 12 kg ja 20 kg välillä.

Näytteitä otettiin 12 eri paikasta, jotka on merkitty karttaan kuvassa 5. Ensimmäisestä näytteenottopaikasta otettiin A ja B -näytteet, koska siinä esiintyi silmämääräisesti arvioiden kahta, tosistaan hieman eroavaa maalajia. Näytteet 2, 3 ja 4 otettiin valmiista alueella olevista kasoista. Näytteet 7, 8 ja 9 pyrkivät edustamaan niiden rajaaman, puustolla peittyneen osan reuna-alueen maa-aineksia. **Tämä puuston peittämä alue ei kuulu Harjun kiinteistön maa-ainestenottoalueeseen, eikä siihen ole maa-ainestenottolupaa. Näiden näytteiden tarkoituksena on vain arvioida kyseisten reuna-alueiden maa-ainesten koostumusta.** Näyte 11 otettiin hieman muita näytteitä kauempaa, alueen toiselta puolen. Se edustaa hyvin hienoa ja kevyttä sekä hieman turvemaista maa-ainesta. Sitä esiintyy arviolta noin 1 metrin paksuisena, osaksi kasvilisuuden peittämänä kerroksena silttisemmän tai savisemmän maa-ainekerroksen päällä. Loput näytteet on otettu noin 0,5 - 1 metrin syvyisistä koekuopista. Niiden esiin-

tymiskerroksen paksuus on alueella tehtyjen kaivutöiden perusteella arviolta noin 1 -1,5 metriä.



Kuva 5. Maa-ainesnäytteiden ottopaikkojen sijainti alueella. [13.]

### 3.2 Maa-ainesnäytteiden laboratoriotutkimukset

Testinäytteiden rakeisuuden määrittämisessä pyrittiin noudattamaan Suomen Standardisoimisliiton julkaisemaa SFS-EN 933-1 -standardia, poikkeuksia tuli lähinnä joidenkin näytteiden rakeisuuden perusteella testinäytteiden massoissa sekä hienoaineksen määrittämisessä. Testinäytteet valmistettiin maa-ainesnäytteistä niin, että ne edustaisivat rakeisuudeltaan mahdollisimman hyvin kyseistä näytettä. Testinäytteet laitettiin kuivausta varten uunipelleille ja punnittiin. Niiden koot vaihtelivat rakeisuuden mukaan vaajaasta 1 kg:sta reiluun 3 kg:n. Rakeisuustutkimuksen punnituksissa käytettiin vaakaa, jonka tarkkuus on 10 g. [2, s. 4-5.]

Standardin vaatimusten mukaan raekoon ollessa korkeintaan 16 mm, testinäytteen massan tulisi olla yli 2,6 kg. Raekooltaan 8 mm pienemmillä kiviaineksilla riittää 0,6 kg

testinäyte. Kaikkien testinäytteiden raekokoon perustuva koko ei ollut standardin perusteella riittävä, sillä osassa oli myös satunnaisia suurempia rakeita. Suurin osa näytteistä oli kuitenkin raekooltaan silmämääräisesti arvioiden alle 16 mm ja osassa vielä huomattavasti pienempikin, alle 8 mm, joten testinäytteiden kokojen arveltiin olevan riittävät tavoitellun tarkkuuden aikaan saamiseksi. Kokeen tarkoituksena oli kuitenkin vain arvioida näytteiden ominaisuuksia ja jalostusmahdollisuuksia. Jalostuksen jälkeen myyntiin meneville kivi-aineksille on kuitenkin todennäköisesti tarpeen tehdä uudet tutkimukset, jotta saadaan selville jalostetun aineksen rakeisuus. [2, s. 5-6.]

Testinäytteiden valmistuksen ja punnituksen jälkeen näytteet laitettiin lämpökaappiin kuivumaan. Kaapin lämpötila oli noin 110°C. Näytteitä kuivatettiin uunissa niin kauan, että ne saavuttivat vakiomassan eli 1 tunnin välein tehdyissä punnituksissa näytteen massojen erotus on enintään 0,1%. Viimeisen punnituksen jälkeen massa merkittiin muistiin ja näyte siirrettiin seulasarjaan sopivan kokoisina erinä niin, ettei seula ylikuormitu. [2, s. 6.]

Hienoaineksen määrittämiseen tulee standardin SFS-EN 933-1 mukaan käyttää pesuseulontaa. Pesuseulonnassa näyte sekoitetaan veteen ja syntynyt liete kaadetaan 0,063 mm seulan läpi, jolloin hienoaines erottuu näytteestä. Tämän jälkeen näyte kuivataan ja punnitaan uudelleen, jotta saadaan selville hienoaineksen massa. Pesuseulonta osoittautui kuitenkin työlääksi ja se onnistuttiin tekemään vain näytteille 1A, 1B ja 2. Pesuseulonta eteni hyvin hitaasti ja siihen olisi joidenkin näytteiden korkean hienoainespitoisuuden vuoksi tarvittu pinta-alaltaan suurempi seula. Tämän vuoksi hienoaineksen määrittämisessä päädyttiin vanhentuneeseen, mutta huomattavasti yksinkertaisempaan lietekokeen tekemiseen. [2, s. 6; 10.]

Vanhentuneen standardin SFS 5278 mukaisessa lietekokeessa testinäyte laitetaan mittalasiin ja siihen lisätään vettä yli puolet testinäytteen määrästä. Näyte sekoitetaan veteen ravistamalla niin, että hienoaines peseytyy kiviaineksen pinnalta. Näytteen annetaan seistä koskematta niin kauan, että liete laskeutuu näytteen pinnalle. Tämän jälkeen mitataan koko näytteen korkeus sekä lietteen korkeus ja lasketaan kaavan 1 perusteella alle 0,074 mm hienoaineksen pitoisuus prosentteina koko näytteen tilavuudesta. Lietekokeen tarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin pesuseulonnan, mutta se on kuitenkin suuntaa antava. Lisäksi lietekokeesta ja pesuseulonnasta saatuja tuloksia kolmen ensimmäisen näytteen kohdalla voidaan tarvittaessa verrata keskenään. [10.]



$$\text{Hienoaines, \%} = \frac{a}{b} \times 100 \quad (1)$$

a on mitattu lietteen korkeus

b on mitattu koko näytteen korkeus

Hienoainespitoisuus olisi voitu myös määrittää standardin SFS 933-8 mukaisen hiekaekvivalenttikokeen avulla, mutta tähän tarvittavaa koevälineistöä ei ollut käytettävissä Metropolian laboratoriossa. Hiekaekvivalenttikokeen perusperiaate muistuttaa standardin SFS 5278 mukaista lietekoetta. Myös siinä mitataan nesteessä sekoitetun näytteen pinnalle kerääntyvän lietekeeroksen paksuus ja verrataan sitä koko näytteen korkeuteen. Kokeessa käytetään kuitenkin erityistä pesu- ja liettämisliuosta ja koejärjestelyt ovat huomattavasti monimutkaisemmat. Lisäksi siinä määritetään myös toisen kuivatun näytteen hienoainespitoisuus 0,063 mm seulan avulla. Koe on mahdollista tehdä kiviaineslajitteille 0/2 mm tai 0/4 mm. Hiekaekvivalenttikokeen tulokset olisivat olleet todennäköisesti tarkemmat, mutta tätä työtä varten arvioitiin lietekokeen tulosten tarkkuuden olevan riittävän luotettavia, joten hiekaekvivalenttikoea ei siitä syystä teetetty ulkopuolisella tahollakaan. [5, s. 4-14.]

Kuivaseulonta suoritettiin standardin SFS-EN 933-1 vaatimukset täyttävillä koneellisesti seulovilla seulasarjoilla, joissa suurimman seulan silmäkoko oli 31,5 mm ja pienimmän seulan silmäkoko 0,063 mm. Seulontakonetta käytettiin yhtä näyte-erää kohden noin 10-15 minuuttia. Tämän jälkeen jokaiselle seulalle jäänyt näyte punnittiin tarkasti ja merkittiin muistiin seulontapöytäkirjoihin. Seulontoja tehtiin yhdestä testinäytteestä tarvittava määrä, jotta vältettiin seulojen ylikuormittuminen. Mikäli seulat ylikuormittuivat, seulontaa jatkettiin käsin jakamalla seulalle jäänyt materiaali pienempiin osiin ja seulomalla ne uudelleen. Yhden testinäytteen kaikkien seulontojen perusteella laskettiin keskiarvo kullekin seulalle jääneestä massasta sekä massojen prosentuaaliset osuudet koko näytteestä. Kolmen ensimmäisen näytteen kohdalla huomioitiin myös pesuseulonnassa aiheutunut pesutappio mukaan pohja-astiaan jääneeseen massaan. Lisäksi laskettiin kunkin seulan läpäisseen massan yhteenlaskettu prosenttiosuus eli läpäisyarvo koko testinäytteen kuivasta massasta seulalle 0,063 mm asti. Läpäisyarvon perusteella jokaiselle näytteelle voidaan piirtää rakeisuuskäyrät. [2, s. 6-7.]

Maa-ainesnäytteiden kosteuspitoisuudet selvitettiin standardin SFS-EN 1097-5 mukaisesti. Testinäytteet punnittiin ja laitettiin lämpökaappiin niin pitkäksi aikaa, että ne saa-

vuttivat vakiomassan. Vakiomassan saavutettuaan niiden massat laitettiin ylös ja massojen avulla laskettiin näytteille kosteusprosentit. Näytteet oli samana päivänä otettu kasoista ja koekuopista, joten niiden kosteusprosentin pitäisi vastata melko hyvin todellista kosteuspitoisuutta luonnossa. Näytteiden massat vaihtelivat ennen kuivausta 2,5 ja 3,5 kg välillä. Käytössä olleen vaa'an mittatarkkuus oli 10 g. Kosteuspitoisuus  $w$  saadaan selvitettyä mittausten perusteella kaavan 2 avulla. [4, s. 4-6.]

$$w = \frac{M_1 - M_3}{M_3} \times 100 \quad (2)$$

$M_1$  on testinäytteen massa, grammoina

$M_3$  on kuivan testinäytteen massa, grammoina.

Maa-ainesten irtotiheys määritettiin hieman standardista SFS-EN 1097-3:sta poiketen. Irtotiheyksien määrittämisen tavoitteena oli saada likimääräinen arvio maa-ainesten massoista kuljetusvälineeseen kuormattuna, joten käyttötarkoituksen perusteella vaaditun tarkkuuden ei tarvitse olla niin hyvä kuin standardin mukaisesti tehtynä. Lähinnä eroa standardin vaatimuksiin oli testinäytteen määrässä, joka karkeammilla maa-aineksilla olisi pitänyt olla jopa 30 tai 60 litraa sekä testinäytteiden punnituskertoissa, joita tässä tapauksessa tehtiin vain yksi jokaiselle testinäytteelle. Punnitusten määrän arveltiin olevan riittävä vaaditun tarkkuuden aikaan saamiseksi. Lisäksi kyseinen standardi on laadittu kuivan kiviaineksen irtotiheyden määrittämiseen. Tässä kokeessa käytettiin kuitenkin maa-aineksia, jotka oli juuri otettu kasoista ja koekuopista, jotta ne vastaisivat kosteuspitoisuudeltaan mahdollisimman hyvin tilannetta, jossa maa-ainekset ovat kuormattuna ajoneuvon lavalle. Käytännössä lavalle kuormattuna tiheys voi kuitenkin olla suurempikin, sillä maa-aineksesta ja kuormaustavasta riippuen se voi tiivistyä lavalle pudotessaan. [3, s. 3-4.]

Irtotiheyden määrittämiseen käytettiin lieriön muotoista metalliastiaa, jonka vetoisuus oli 8,00 dm<sup>3</sup> sekä vaakaa, jonka mittatarkkuus oli 10 g. Astia punnittiin ensin tyhjänä ja vaakaa taarattiin. Astian massa oli 4,12 kg. Tutkittava maa-aines laitettiin kauhalla astiaan ja astia täytettiin kukkuroilleen. Tämän jälkeen astian reunan yli tuleva ylimääräinen maa-aines poistettiin käyttämällä teräslastaa. Näytteen pinta tasoitettiin tarkasti mitta-astian yläreunan tasalle. Tasoitettu näyte punnittiin ja massa merkittiin muistiin. Irtotiheys  $\rho$  saatiin sijoittamalla saadut arvot kaavaan 3. [3, s. 3-4.]

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3)$$

m on punnittu massa

V on mitta-astian tilavuus.

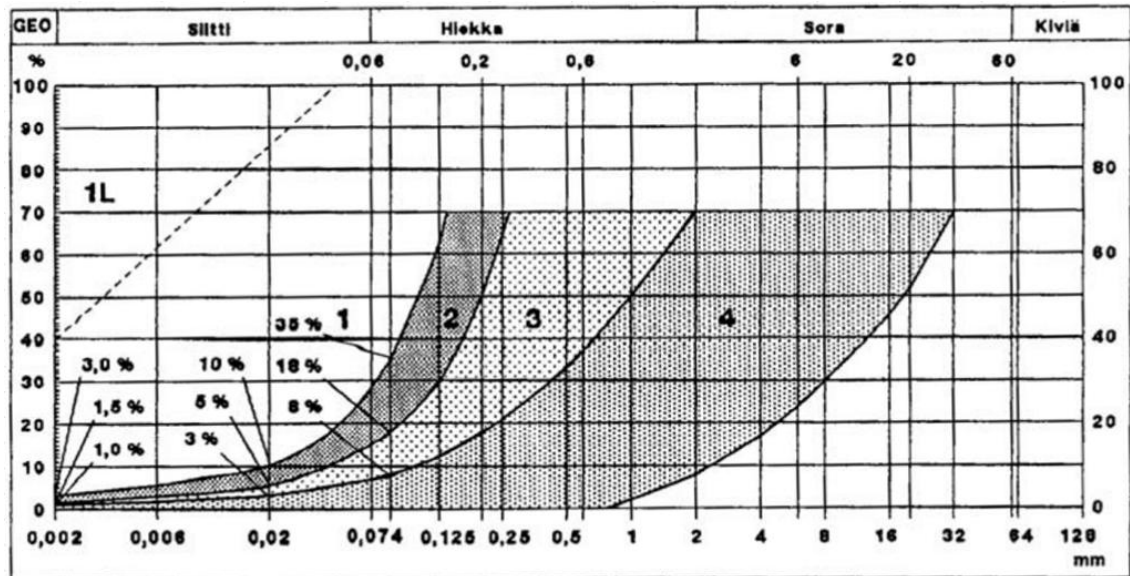
### 3.3 Maa-ainesten käyttökelpoisuuden arvioiminen

Maa-ainesten käyttökelpoisuuteen vaikuttaa erityisesti tarkasteltavan maa-aineksen rakeisuus. Monissa käyttökohteissa rakeisuudelle on määritelty käyttötarkoituksen mukainen maksimi- ja minimiraekoko ja rakeisuuden tulisi jakautua tasaisesti sitomattomia kiviaineksia koskevan standardin SFS-EN 13242 vaatimusten mukaisesti. Rakeisuus vaikuttaa olennaisesti kiviaineksen ominaisuuksiin, kuten esimerkiksi kantavuuteen ja routivuuteen sekä muuhun käyttäytymiseen rakenteissa. Tässä työssä tarkasteltavien maa-ainesten kohdalla käyttökelpoisuutta arvioidaan ensisijaisesti routivuuden perusteella, sillä se määrittää pitkälti mahdolliset käyttökohteet sekä jalostusmahdollisuudet maa-aineksille. [1, s. 87-92; 9, s. 4-12.]

Maa-aineksen routivuutta voidaan arvioida erilaisilla routivuuskriteereillä, joista yleisimmin käytetyt ovat joko kapillaarisuuteen tai rakeisuuteen perustuva tarkastelu. Kapillaarisuuteen perustuvassa määrittämisessä maa-aineksen kapillaarisuus mitataan kapillaarimetrillä. Mikäli veden kapillaarinen nousukorkeus on alle metrin, maalaji ei ole routivaa. Mitä korkeampi nousukorkeus on, sitä voimakkaampaa on myös routivuus. Tämän menetelmän luotettava käyttö edellyttää olosuhteiden, kuten vesipitoisuuden ja pohjaveden korkeusaseman tuntemista, eikä esimerkiksi murskeiden ja sorien routivuutta voida tällä menetelmällä luotettavasti tutkia. Tätä tapaa ei käytetty tässä työssä, sillä sitä varten pitäisi tuntea maa-aineksen käyttöpaikan olosuhteet tarkasti. [1, s. 90-92; 8, s. 22-23.]

Rakeisuuteen perustuvassa routivuuden määrittelyssä käytetään apuna rakeisuuskäyräpohjalle piirrettyjä rakeisuusalueita, jotka näkyvät kuviossa 1. Niiden avulla maalajit jaetaan routiviin ja routimattomiin. Tutkittavan maalajin rakeisuuskäyrä asetetaan tälle rakeisuuskäyräpohjalle, jolloin nähdään mille alueelle käyrä sijoittuu. Mikäli rakeisuuskäyrä on alueella 1, maa-aines on routivaa. Jos taas rakeisuuskäyrä on alueella 2, 3 tai 4, maa-aines on routimatonta, ellei käyrän alapää pääty vasemmanpuoleisen ra-

jakäyrän yläpuolelle. Alueella 1L sijaitseva rakeisuuskäyrä kertoo, että maalaji on lievästi routivaa. Routivuuden arvioinnin kannalta merkittävää on rakeisuuskäyrän 0,074 mm läpäisyn alapuolinen alue. [8, s. 22.]



Kuvio 1. Routivuuden arviointi rakeisuuden perusteella [8, s. 22].

Maa-ainestutkimuksissa alle 0,074 mm hienoaineksen rakeisuus määritettäisiin areometrikokeen avulla. Areometrikoe perustuu Stokesin lakiin, ja siinä tutkitaan yksinkertaistettuna eri kokoisten maarakeiden vajoamisnopeutta vedessä. Raekoot ja läpäisyprosentit määritetään nomogrammin avulla ja lopuksi seulonnan ja areometrikokeen käyrät yhdistetään ja korjataan korjauskertoimella, jolloin saadaan lopullinen rakeisuuskäyrä. Tässä työssä areometrikokeen tekeminen ei valitettavasti kuitenkaan ollut mahdollista. [1, s. 30-34.]

## 4 Jatkokäytön suunnittelu

Harjun kiinteistöllä on ollut voimassa maa-ainesten ottolupa jo 15 vuotta. Alue on myös merkitty yleiskaavaan maa- ja metsätalousvaltaisen tyyppiseksi. Maa-ainesten ottamissuunnitelman mukaan alueelle muodostuu tasainen reilun 6 hehtaarin suuruinen hiekkapohjainen alue. Tämän kaltainen tasainen kenttä olisi hyvä pohja rakentamiselle sekä alueella tapahtuvalle toiminnalle. Tämän vuoksi on perusteltua maisemoinnin sijasta suunnitella alueelle jonkinlaista hyötykäyttöä, sillä aluetta ei sieltä otetun maa-aineksen ja siitä johtuvan pinnanmuotojen muutoksen vuoksi ole kuitenkaan todennäköisesti mahdollista palauttaa alkuperäiseen tilaansa.

Maantien 1125 läheinen sijainti noin 1 kilometrin päässä maa-alueesta sekä siitä yhteydet E18 moottoritielle itä- ja länsikautta reilun 2 ja 4 kilometrin päässä lisäävät alueen hyötykäyttöpotentiaalia. Myös alueen toisella puolella maantie 1125:n varrella on paljon liike- ja varastotiloja ja ne on merkitty yleiskaavassa kaupallisten palvelujen alueeksi, jolle saa sijoittaa paljon tilaa vaativan erikoistavaran kauppaa ja työpaikkarakennuksia [6, s. 43]. Näiden alueiden läheisen sijainnin ja samankaltaisuuden vuoksi myös Harjun kiinteistölle on luontevaa etsiä erilaisia jatkokäyttömahdollisuuksia.

### 4.1 Alueen käyttömahdollisuuksia

Harjun kiinteistön sijainti on hyvä ajatellen alueen jatkokäyttöä ja se soveltuisikin sen perusteella hyvin monenlaiseen hyötykäyttöön. Tällaisia käyttökohteita voisivat olla esimerkiksi jonkinlainen varastointiliiketoiminta sekä liikerakentaminen, joita alueen lähiympäristön kiinteistöilläkin on tällä hetkellä. Mahdollisia käyttöalueita voisivat olla myös jotkin harrastuksiin tai vapaa-aikaan liittyvät toiminnot. Hyvät liikenneyhteydet moottoritielle ja keskeinen sijainti suhteellisen lähellä Lohjan keskustaa ja Lempolan liikekeskittymää ovat selkeitä etuja, eikä matkaa Helsingin keskustaankaan ole kuin noin 50 kilometriä, jonka kulkee autolla noin 40 minuutissa.

Varastointiliiketoiminnan kannalta alueen tasaisuus on selvä etu. Myös alueen reilun 6 hehtaarin koko lisää alueen potentiaalia kyseisen kaltaiselle toiminnalle. Tämän tyyppisessä käytössä piha-alueet ovat usein päällystettyjä, joka helpottaa piha-alueiden toteuttamista ympäristövaatimusten mukaisesti. Varastointitoiminnan ohella alueella voisi olla myös esimerkiksi jonkinlaisten paljon tilaa vievien tuotteiden esittelyalue, jossa

esittely tapahtuisi tuotteesta riippuen joko erityisellä ulos rakennetulla esittelyalueella tai sisällä esittelyhallissa. Esillä voisi olla vaikkapa eri yritysten edustamia rakentamiseen tai piharakentamiseen liittyviä tuotteita rakennettuna kokonaisuutena. Tällöin esittelyalueet voitaisiin jakaa pienempiin osiin yritysten kesken. Liikenneyhteydet ovat hyvät ja paranisivat edelleen, mikäli Lohirannantietä kunnostettaisiin.

Liikerakentamisen kannalta alueen sijainti on myös edullinen. Liikenneyhteydet ovat tätäkin toimintaa varten hyvällä tasolla maantie 1125:n ja E18 moottoritien läheisyyden vuoksi. Alueen sijainti moottoritien varrella olisi lisäksi eduksi liiketoiminnan näkyvyyden edistämiseksi. Tasainen hiekkapohjainen kenttä olisi hyvä lähtökohta ja sinne olisi helppo sijoittaa erilaisia toimintoja.

Muita käyttömahdollisuuksia alueelle voisivat olla esimerkiksi vapaa-aikaan ja harrastuksiin liittyvät toiminnot. Esimerkkinä vaikkapa sisä- ja ulkoliikuntatiloja tai harrastetiloja. Tällaiseen toimintaan liittyy yleensä vähän ympäristöriskejä ja se palvelisi suurta osaa ympäristön asukkaista laajallakin alueella. Alue olisi sijainnin ja liikenneyhteyksien kannalta erittäin hyvä tämän kaltaiseen toimintaan ja myös ohikulkijat näkisivät moottoritieltä mainostaulut ja voisivat helposti ajaa seuraavasta liittymästä alueelle. Liittymät moottoritieltä ovat lähellä sekä Helsingin että Turun suunnasta tuleville oman auton kanssa liikkuville. Vapaa-aikaan ja harrastuksiin liittyvissä palveluissa tärkeää on myös joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen toimivuus. Linja-autolla kulkuyhteydet ovat erinomaiset. Lähin Lohja-Helsinki -vuoron pysäkki on Lohirannantien ja maantie 1125:n risteyksessä ja pysäkiltä kävelymatkaa tulee alueelle vain noin 1 kilometri. Maantie 1125:n vieressä kulkee myös kevyenliikenteen väylä, jolloin esimerkiksi polkupyörällä liikkuminen alueelle olisi helppoa ja turvallista.

#### 4.2 Alueen käyttöä suunniteltaessa huomioitavaa

Harjun kiinteistön käyttöä suunniteltaessa on otettava huomioon sen sijainti pohjavesi-alueella ja Lehmijärven pohjavedenottamon suoja-alueella. Pohjavesialueella harjoitettavaa toimintaa on rajoitettu määräysten avulla niin, ettei minkäänlaista pohjaveden pilaantumista pääse tapahtumaan. Pohjavesialueella tapahtuva teollisuus- tai varastointitoiminta tarkastellaan tapauskohtaisesti, eikä alueella saa käsitellä vaarallisia aineita, jotka voivat olla vaaraksi pohjaveden laadulle. Lisäksi pohjaveden laadun pysy-

minen hyvänä tulee varmistaa riittävällä pohjaveden suojauksella toiminta-alueella ja rakenteiden tulee olla viranomaisten määräysten mukaisia. [7, s. 6, 13-14.]

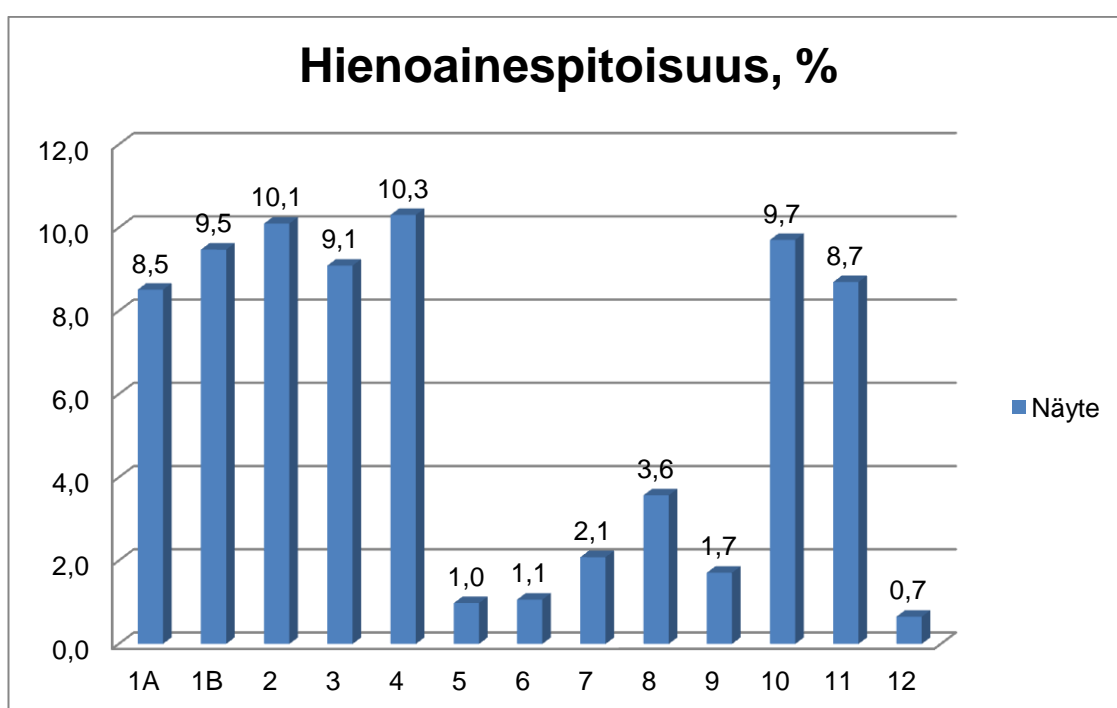
Moottoritie sijaitsee aivan alueen vieressä syvässä maaleikkauksessa luoteen puolella. Moottoritien tasausviiva kulkee noin 7-8 metriä maa-alueen suunniteltua leikkaustasoa alempana. Tästä syystä on myös huomioitava, että on todennäköistä vilkkaasti liikennöidyn moottoritien aiheuttavan huomattavasti suuremman riskin pohjaveden pilaantumiselle kuin alueen jatkokäytöstä aiheutuvat riskit. **Harjun kiinteistöllä on lisäksi erityisesti huomioitu pohjavesien suojelu johtamalla valumavedet moottoritien valumavesille tarkoitettuun juurakkopuhdistamoon koko alueen osalta moottoritien rakennesuunnitelman mukaisesti. Lisäksi samalla pohjavesialueella sijaitsee myös tällä hetkellä runsaasti teollisuus- ja liikekiinteistöjä.** [15.]

Harjun kiinteistölle johtava Lohirannantie kulkee Natura 2000 -verkostoon kuuluvan Lohjanharjun Natura-alueen poikki. Natura-alueella tarkoitetaan luonnonsuojelualuetta, jonka suojelu toteutetaan alueesta riippuen eri lakien, kuten esimerkiksi luonnonsuojelulain tai maa-aineslain mukaisesti. Tämä toteuttamiskeino määrittelee myös sen, millaiset toimet kyseisellä alueella ovat sallittuja. Lohirannantietä pitkin on kulku myös seurakuntayhtymän leirikeskukseen, joten liikennettä Natura-alueen läpi on runsaasti tälläkin hetkellä. [6, s. 3-9.]

## 5 Tulokset ja tulosten käsittely

### 5.1 Maa-ainestutkimusten tulokset

Lietekokeen perusteella tutkituille maa-aineksille määritettiin hienoainespitoisuudet. Tulokset selviävät kuvion 2 pylväsdiaagrammista. Tulosten perusteella voidaan nähdä, että testinäytteiden hienoainespitoisuudet jakautuvat kahteen ryhmään. Näytteiden 1A...4 sekä 10 ja 11 hienoainespitoisuudet vaihtelevat 8 ja 10 prosentin välillä, kun taas loppujen näytteiden 5...9 ja 12 hienoaineksen määrät ovat alle 4 tilavuusprosenttia.



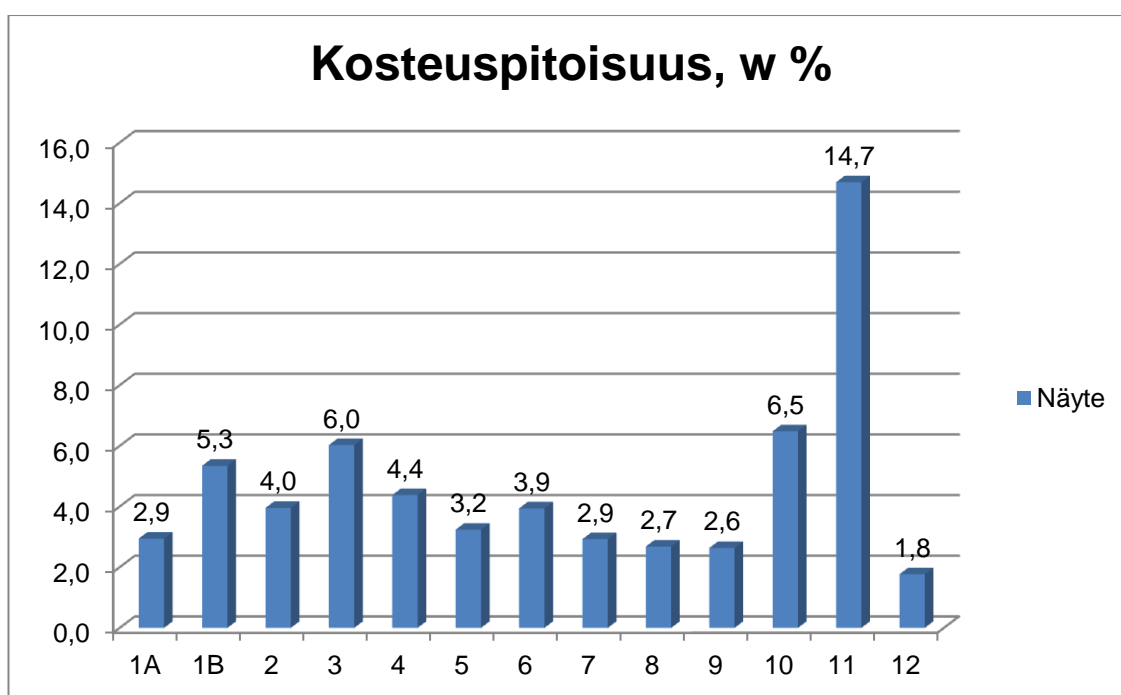
Kuvio 2. Maa-ainesnäytteiden hienoainespitoisuudet lietekokeen perusteella.

Hienoainespitoisuutta määritettiin myös kolmen ensimmäisen näytteen osalta pesuseulonnalla. Niistä tulokseksi yhdessä kuivaseulontojen kanssa saatiin näytteille 1A, 1B ja 2 seulan 0,063 mm läpäiseviksi hienoainespitoisuuksiksi 7,5; 10,5 ja 9,2 prosenttia. Eroa lietekokeen tuloksiin oli suuntaan tai toiseen enimmillään yksi prosenttiyksikkö. Koska erot ovat hyvin pieniä, voidaan arvioida lietekokeen tulosten olevan riittävän luotettavia ja tarkkoja käytettäväksi tutkittujen maa-ainesten ominaisuuksien arviointiin tässä työssä tavoitellulla tarkkuudella.



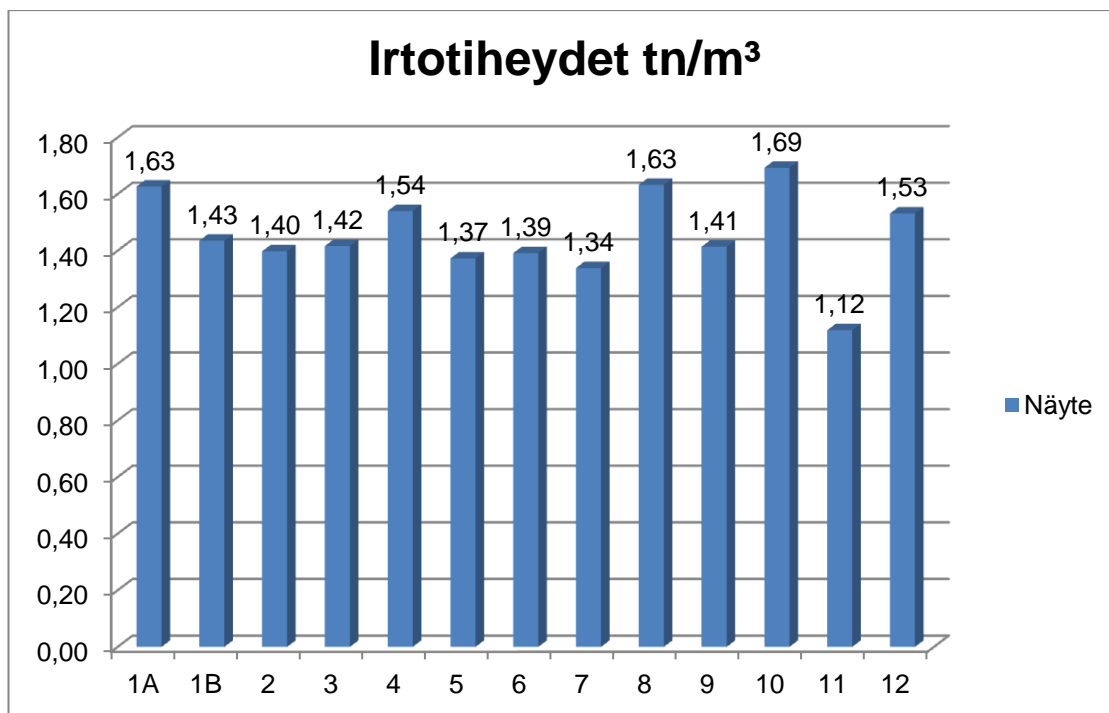
Kuivaseulonnasta tehtyjen seulontapöytäkirjojen tulosten perusteella kaikille testinäytteille piirrettiin rakeisuuskäyrät. Kaikkien näytteiden rakeisuuskäyriin hienoainespitoisuus merkittiin lietekokeen perusteella, jotta käyrät olisivat paremmin vertailtavissa keskenään.

Kosteuspitoisuuskokeen tulokset on esitetty kuviossa 3. Lähes kaikkien näytteiden kosteuspitoisuus vaihteli 2 ja 6 prosentin välillä. Ainoastaan näytteen 11 kosteus oli selvästi muita suurempi, lähes 15 prosenttia. Tämä saattaa johtua näytteenottoaikan sijainnista alueella ja siellä olevasta kasvillisuudesta, joka antaa olettaa, että näyte saattaa sisältää muita enemmän eloperäistä ainesta.



Kuvio 3. Maa-ainesnäytteiden kosteuspitoisuudet prosentteina

Maa-ainesnäytteistä määritetyt irtotiheydet selviävät kuviosta 4. Mittausten perusteella näytteistä suurimman osan irtotiheys asettuivat välille 1,3 ja 1,6 tn/m<sup>3</sup>. Hieman yli 1,6 tn/m<sup>3</sup> menivät näytteet 1A, 8 ja 10. Näytteen 11 irtotiheydeksi saatiin vain noin 1,1 tn/m<sup>3</sup>. Tämä yhdessä kosteuspitoisuuden ja hienoainespitoisuuden sekä näytteenottoaikan sijainnin ja kasvillisuuden kanssa kertoo ilmeisesti siitä, että kyseessä on muita näytteitä huomattavasti enemmän eloperäistä ainesta sisältävästä maa-aineksesta. Esimerkiksi paljon eloperäistä ainesta sisältävän turpeen irtotiheys on keskimäärin vain 1,1 tn/m<sup>3</sup> [14, s. 3].



Kuvio 4. Maa-ainesnäytteiden irtotiheydet.

## 5.2 Maa-ainesnäytteiden nimeäminen

Rakeisuustutkimuksen perusteella maa-ainesnäytteiden nimet määritettiin geoteknillisen maalajiluokituksen perusteella. Siinä maalajitteet on nimetty rakeisuutensa perusteella seuraavasti:

- Savi, Sa; <0,002 mm
- Siltti, Si; >0,002... 0,06 mm
- Hiekka, Hk; >0,06... 2,0 mm
- Sora, Sr; >2,0... 60,0 mm
- Kivet, Ki; >60... 600 mm
- Lohkareet, Lo; >600 mm

Kivennäismaalajien nimeämisen perustana käytetään  $d_{50}$  -menetelmää. Siinä maa-ainekselle annetaan nimi sen perusteella, minkä maalajitteen alueelle rakeisuuskäyrän  $d_{50}$  kohta osuu, eli missä kohdassa on 50% läpäisyä vastaava raekoko. Savien määrittelykseen on oma tapansa, mutta siihen ei maa-ainesnäytteiden rakeisuuden perusteella

ole tarpeen perehtyä tällä kertaa. Jos  $d_{50}$  -menetelmän tuloksena on siltti, hiekka tai sora, pitää vielä tarkistaa, onko kyseinen maalaji moreeni. Mikäli maalajissa on yhtä aikaa vähintään 5% silttiä ja vähintään 5% soraa, on kyseessä moreeni. Etuliite siltti-, hiekka- tai soramoreeni tulee 50% läpäisyä vastaavan raekoon mukaan. Maalaji voi myös saada lisänimen sorainen (sr), hiekkainen (hk) ja silttinen (si), jos maalajin nimen antavan maalajitteen ohella on toista lajitetta yli 30%. Lisänimiä voidaan antaa vain yksi ja siihen valitaan hienompirakeinen vaihtoehto. Lisänimiä voivat olla myös savinen, kivinen ja lohkarainen, mutta niihinkään ei tässä tapauksessa maa-ainesnäytteiden rakeisuuden perusteella ole tarvetta paneutua. Humuspitoisuudesta aiheutuu myös omat nimityksensä maalajille, mutta koska humuspitoisuuksia ei näytteistä ole määritetty, sitä ei tässä työssä tehdä. [1, s. 20-26.]

Tutkitut maa-ainesnäytteet jakautuivat maalajiluokituksen perusteella kahteen pääryhmään, hiekkoihin ja moreeneihin. Taulukossa 1 on esitetty jokaisen maa-ainesnäytteen saama nimi. Kaikki moreenit olivat hiekkamoreeneja ja suurin osa niistä sai lisänimen sorainen. Loput näytteistä olivat hiekkoja, joista kaksi sai lisänimekseen sorainen.

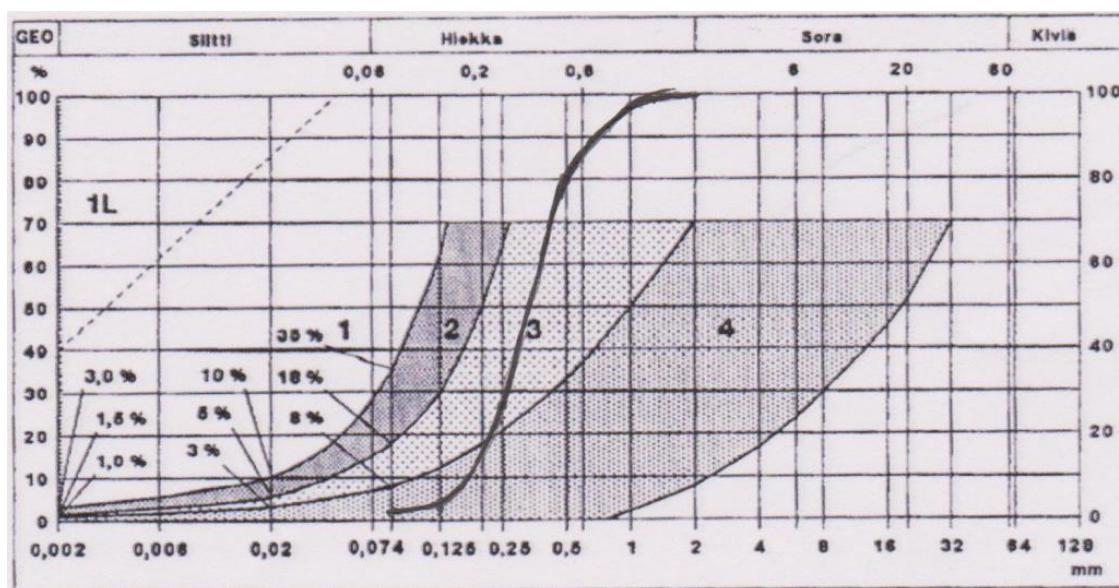
Taulukko 1. Maa-ainesnäytteiden maalajit

Näyte	Maalaji
1A	srHkMr
1B	HkMr
2	HkMr
3	srHkMr
4	srHkMr
5	Hk
6	Hk
7	Hk
8	srHk
9	Hk
10	srHkMr
11	Hk
12	srHk

### 5.3 Maa-ainesten routivuuden arvioiminen

Piirrettäessä maa-ainesnäytteiden rakeisuuskäyrät routivuuden arviointiin käytettäville rakeisuuskäyräpohjille, voitiin havaita, että jokaisen näytteen käyrä asettui rakeisuusalueelle 3 tai 4. Tämän perusteella kaikki näytteiden edustamat maa-aineet olisivat siten routimattomia. Tässä työssä ei valitettavasti ollut mahdollisuutta määrittää tarkemmin alle 0,074 mm hienoaineksen rakeisuusominaisuuksia, joten routivuuden arviointi on tehtävä ainoastaan maa-ainesnäytteiden kuivaseulonnasta sekä lietekokeesta saatujen rakeisuuskäyrien perusteella.

Hiekkaa edustavilla näytteillä 5, 6, 7, 8, 9 ja 12 käyrät ovat selkeästi routimattomilla rakeisuusalueilla ja käyrän alapäätt loppuvat selkeästi alueelle 4. Hienoainespitoisuus on kaikilla näytteillä 0 ja 4 prosentin välillä. Tämän perusteella voidaan olettaa kyseisten hiekkojen olevan routimattomia, ja siten olevan mahdollisesti käytettävissä erilaisissa vaativammissa rakentamiskohteissa. Kuviossa 5 on esitetty tutkituille hiekoille rakeisuuskäyrien tyyppiesimerkki, joka edustaa näytettä 5. Käyrä on piirrettynä routivuuden arviointiin tarkoitetulle rakeisuuskäyräpohjalle.



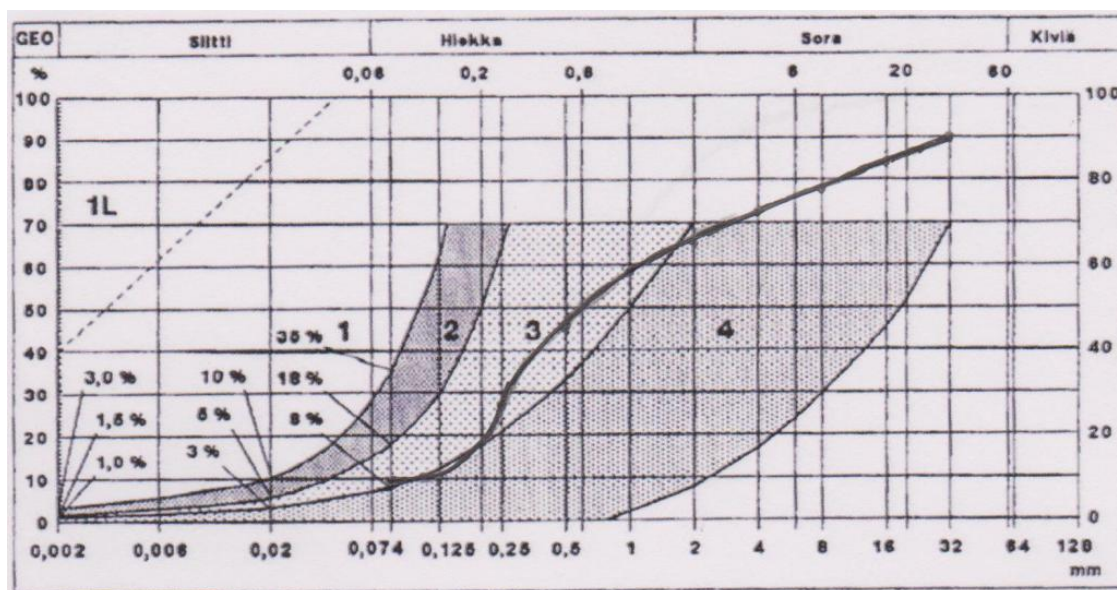
Kuvio 5. Rakeisuuskäyrä piirrettynä routivuudentarkastelupohjalle näytteestä 5 [8, s. 22].

Hiekat on myös mahdollista jalostaa seulomalla niistä eri lajikkeita. Tutkitut hiekat ovat rakeisuudeltaan melko hienoja ja seulomalla niistä olisi lähinnä mahdollista tehdä lajikkeita 0...4 mm sekä 0...8 mm. Hiekkanäytteet 5 ja 9 ovat rakeisuudeltaan valmiiksi niin

hienoja ja niistä voisi mahdollisesti saada jalostettua jotakin erikoislajikkeita. Näytteistä 8 ja 12 eli soraisista hiekoista voisi rakeisuuskäyrien perusteella saada jalostettua 0...16 mm lajiketta. Kaikki tutkitut hiekkänäytteet ovat alueella hyvin esillä ja käytettävissä. Ne esiintyvät lähes poikkeuksetta päällimmäisenä kerroksena, joten niiden hyödyntäminen on siten taloudellisesti kannattavaa.

Näyte 11 edustaa myös hiekkaa, mutta mahdollisesti sen sisältämän eloperäisen aineksen vuoksi sitä ei otettu mukaan routivuustarkasteluun. Eloperäisen aineksen vuoksi sen käyttö maarakenteena olisi arveluttavaa ja sen vuoksi routivuustarkastelukaan ei ole mielekäs. Näytteelle 11 voisi kuitenkin mahdollisen eloperäisen aineksensa sekä hienon rakeisuutensa ansiosta löytyä käyttöä mullan valmistuksessa. Näytettä 11 esiintyy noin 1 metrin paksuisena kerroksena alueen eteläosassa, josta se voidaan kuoria ja kuljettaa pois. Lisäksi kyseisen kaltaista maa-ainesta on myös kahdessa valmiissa kaassa alueen eteläosassa. Helpon otettavuuden ansiosta näytteen 11 edustaman maa-aineksen käyttö esimerkiksi mullan lisäaineksena on todennäköisesti taloudellisesti kannattavaa.

Näytteiden 1A, 1B, 2, 3, 4 ja 10 rakeisuuskäyrät sijoittuvat myös pääasiassa alueille 3 ja 4 ja olisivat siten routimattomia. Ne ovat kuitenkin moreeneja, jolloin on oletettavaa niiden olevan mahdollisesti myös routivia, kuten suurin osa moreeneista. Näytteen 1A käyrä loppuu 0,074 mm kohdalla alueen 4 ylärajan tuntumaan ja muiden näytteiden käyrät ovat 0,074 mm kohdalla alueen 3 alareunan kohdilla. Piirrettyjen käyrien perusteella kyseiset moreenit olisivat routimattomia, mutta luotettavaa tulosta näiden moreenien routivuudesta ei voida saada ennen maa-ainesnäytteiden lisätutkimusten tekemistä. Hienoaineksen rakeisuuden raja-arvot 0,02 mm ja 0,002 mm ovat routivuuden arvioinnin kannalta olennaisia, joten niiden selvittäminen mahdollistaisi routivuuden arvioinnin paremmin. Näyte 3 edustaa tyyppiesimerkkiä tutkituista moreeneista ja kuviossa 6 on sen rakeisuuskäyrä piirrettynä routivuudentarkastelupohjalle. [1, s. 92.]



Kuvio 6. Näytteen 3 rakeisuuskäyrä piirrettynä routivuudentarkastelupohjalle [8, s. 22].

Virhettä tutkittujen moreenien rakeisuuskäyriin saattoi lisäksi tulla tutkittujen testinäytteiden koon vuoksi. Osa moreeneista sisälsi melko karkeitakin kiviaineksia, joten niiden testinäytteiden kokokin olisi standardin SFS-EN 933-1 mukaan luotettavuuden parantamiseksi pitänyt olla suurempi. Suurempien testinäytteiden tutkimiseen ei kuitenkaan ollut riittävästi resursseja käytettävissä. [2, s. 5-6.]

Mahdollinen routivuus rajoittaa tutkittujen moreenien käyttö- ja jalostusmahdollisuuksia. Vaikka moreenit olisivat jonkin verran routivia, voidaan niitä kuitenkin oletettavasti käyttää toissijaisissa maarakennuskohteissa, joissa routivuudella ei ole suurta merkitystä, täytemaana ja joissakin tilanteissa jopa muunakin rakenteena. Jos moreeneista seulo-taan suuremmat kivet pois, vähentää myös se routavaurioiden syntyä. Tällöin maa-aineksen joukossa ei ole niin suuria kiviä, jotka routa nostaisi ajan kuluessa pintaan. Moreenien käyttö myös alusrakenteena saattaisi tulla kysymykseen joissakin kohteis-sa. Mikäli moreenit olisivat routimattomia, niiden käyttömahdollisuudet luonnollisesti paranisivat. Käsiteltävistä moreeneista saattaisi olla mahdollista jalostaa seulomalla joitakin lajikkeita. Ennen niiden käyttöä maarakenteissa, tulee niiden rakeisuudesta kuitenkin tehdä uudet tutkimukset ja arvioida käyttömahdollisuudet. Kaikki tutkitut mo-reenit ovat helposti hyödynnettävissä alueella. Ne ovat joko valmiissa kasoissa tai pääl-limmäisenä maa-aineskerroksena, joten niiden otto on taloudellisesti edullista tehdä. [1, s. 87-89.]



#### 5.4 Alueella käsiteltävät maa-ainesmäärät

Otettavien maa-ainesmäärien laskemisella on olennainen vaikutus työn kannattavuuden arvioimisessa. Alueelle tehdyn 3D-kartoituksen perusteella jokaisen näytteenotto-paikan edustamalle maa-ainekselle tehtiin suuntaa antava määrän arviointi. Alueella olevien kasojen tilavuus arvioitiin tietokoneohjelman avulla rajaamalla kasa ja määrittämällä sille leikkaustaso, jonka jälkeen ohjelma laski tilavuuden. Koekuopista otettujen näytteiden edustamien maa-ainesten määrät laskettiin arvioimalla likimääräisesti esiintymäalueen muoto, josta ohjelman avulla saatiin lasketuksi pinta-ala. Tämän jälkeen arvioitiin esiintymän paksuus joka oli koekuoppien perusteella noin 1 - 1,5 metriä. Pinta-ala kerrottiin esiintymän paksuudella, jolloin saatiin tuloksena esiintymän arvioitu tilavuus. Kuvassa 6 on esitetty kasojen ja maa-ainesesiintymien sijainnit ja arvioidut laajuudet.



Kuva 6. Maa-ainesnäytteiden ja -kasojen sijainnit. [13.]

Kuvassa esiintyvien kasojen ja esiintymisalueiden laajuuden perusteella laskettiin otettavat maa-ainesmäärät jokaiselle näytteelle. Osa näytteistä ja kasoista vastaavat toisi-

aan. Lisäksi tilavuudet on laskettu joillekin alueella oleville ylijäämämaakasoille, joiden koostumuksesta ei ole tehty tarkempia tutkimuksia. Tällaisia kasoja ovat K4...K10. Kasat K11 ja K12 ovat silmämääräisen arvioinnin perusteella hyvin saman kaltaista kuin näytteen 11 sisältämää maa-aines. Näytteet 7, 8 ja 9 on yhdistetty, sillä kyseisellä alueella ei ole maa-ainestenottolupaa ja tarkoituksena oli vain arvioida kyseisen alueen kokoa. Taulukossa 2 on esitetty kuvaan 7 merkittyjen kohteiden arvioidut leikkauspinta-alat, [A] sekä tilavuudet, [V]. Tiedot on tuotettu kartta-aineiston käsittelyn yhteydessä mallinnusohjelman avulla.

Taulukko 2. Maa-ainesmäärät näytteenottoaikojen ja maa-aineskasojen perusteella

Näytteen- ottoaikat	A, m <sup>2</sup>	V, m <sup>3</sup>	Kasat	A, m <sup>2</sup>	V, m <sup>3</sup>
N1 = K1	450	480	K1	450	480
N2	725	1090	K2	530	840
N3 = K2	530	840	K3	230	250
N4 = K3	230	250	K4	840	1120
N5	390	390	K5	1230	4190
N6	1350	2020	K6	300	250
N7	3200	6500	K7	210	270
N8			K8	780	1090
N9			K9	200	130
N10	750	750	K10	420	310
N11	2300	2300	K11	270	380
N12	1300	1430	K12	450	630

Taulukkoon 2 merkittyjen kasojen ja maa-ainesnäytteiden yhteenlaskettu tilavuus on hieman vajaa 24500 m<sup>3</sup>. Kun ulkopuolelle jätetään hiekkänäytteiden 7, 8 ja 9 rajaama alue, saadaan määräksi noin 18000 m<sup>3</sup>. Siitä maalajiluokitukseen perustuen hiekkkoja, pois lukien näyte 11, on vain noin 3800 m<sup>3</sup>. Pitää kuitenkin muistaa, että määrät on laskettu vain esiintymien arvioidun laajuuden perusteella. Arvioit on pyritty tekemään niin, että varmasti ainakin arvioitu hiekkamäärä on otettavissa alueelta. Tästä syystä todellinen määrä voi olla huomattavastikin suurempi. Esimerkiksi näytteen 6 esiintymän pinta-ala saattaa olla maaston tarkastelun perusteella jopa kaksinkertainen laskettuun alaan nähden, jolloin myös luonnollisesti määräkin kaksinkertaistuisi. Myös esiintymien kerrospaksuuksien muutokset vaikuttavat huomattavasti hyödynnettävissä olevaan maa-ainesmäärään. Moreeneja olisi vastaavan tarkastelun perusteella noin 3500 m<sup>3</sup>.



Moreenien määrän arvioinnissa pätee samat perusteet kuin hiekoillakin, joten määrä on suuntaa antava ja esiintymien laajuudet luonnollisesti vaikuttavat suuresti käytettävissä oleviin määriin.

Näytettä 11, joka tutkimusten perusteella voisi sopia mullan joukkoon sekoitettavaksi, löytyy alueelta arviolta noin 2300 m<sup>3</sup>. Kun tähän lisätään vielä näytteen 11 kanssa hyvin samankaltaisten kasojen 11 ja 12 tilavuudet, näytteen 11 kaltaisen maa-aineksen kokonaismääräksi saadaan noin 3300 m<sup>3</sup>. Tämä maa-ainesmäärä on alueella hyvin helposti hyödynnettävissä ja sen määräkin vastaa todennäköisesti melko hyvin todellisuutta, sillä esiintymäkerroksen alapuolella alkaa joka puolelta tarkasteltuna siltti- ja savipitoinen maa-aines ja kerroksen paksuus on kauttaaltaan noin 1 metri.

Määrittämättömiä maa-aineksia on taulukon perusteella laskettuna noin 7400 m<sup>3</sup>. Suurin osa näistä maa-aineksista on silmämääräisen tarkastelun perusteella ylijäämämaiden kaltaisia, joille ei ole kovin paljoa käyttömahdollisuuksia maarakenteina. Käyttöalueita voisivat olla jonkinlaiset viheralueiden pohjarakenteet, erilaiset suojavallit tai ylijäämämaista rakennettavat täyttöpenkereet.

Harjun kiinteistön maa-ainestenottoluvassa on mainittu, että maa-ainesten oton päätyttyä, alueesta tulisi muodostua tasainen kenttä. Tämän vuoksi haluttiin selvittää myös, kuinka suuri määrä liikuteltavaa maa-ainesta kokonaisuudessaan on, että alueelle muodostuisi tällainen sopivaa leikkaustasoa noudatteleva muoto. Kuvaan 7 on sijoitettu korkopisteitä eri puolille maa-aluetta, joiden perusteella 3D-kartoitusaineistosta voitiin mallinnusohjelman avulla sijoittaa alueelle kuvitteellinen leikkaustaso. Korkopisteet on pyritty valitsemaan niin, että leikkaustaso noudattaa alueen luoteisreunalla moottoritien hirviaidan alapinnan tasoa ja muualla alueen reunoilla kulkevien suojavallien pohjatasoa sekä rajaojien viereistä maanpinnan tasoa.



Kuva 7. Alueen leikkaustason määrittämisen perusteena olleet korkopisteet. [13.]

Leikkaustason määrittämisen jälkeen mallinnusohjelman avulla saatiin laskettua tason yläpuolella olevan maa-aineksen määrä. Leikkaustasosta tehtiin vielä kolme 0,2 metrin välein olevaa tasoa ylöspäin, jotta nähdään kuinka paljon leikkaustason valinta vaikuttaa käsiteltävään maa-ainesmäärään. Tasojen leikkauspinta-alat, [A] sekä tasojen yläpuolisen maa-aineksen tilavuusmäärät, [V] selviävät oheisesta taulukosta 3.

Taulukko 3. Alueelta otettavan ja siirrettävän maa-aineksen kokonaismäärä tarkasteltuna eri leikkaustasoilla.

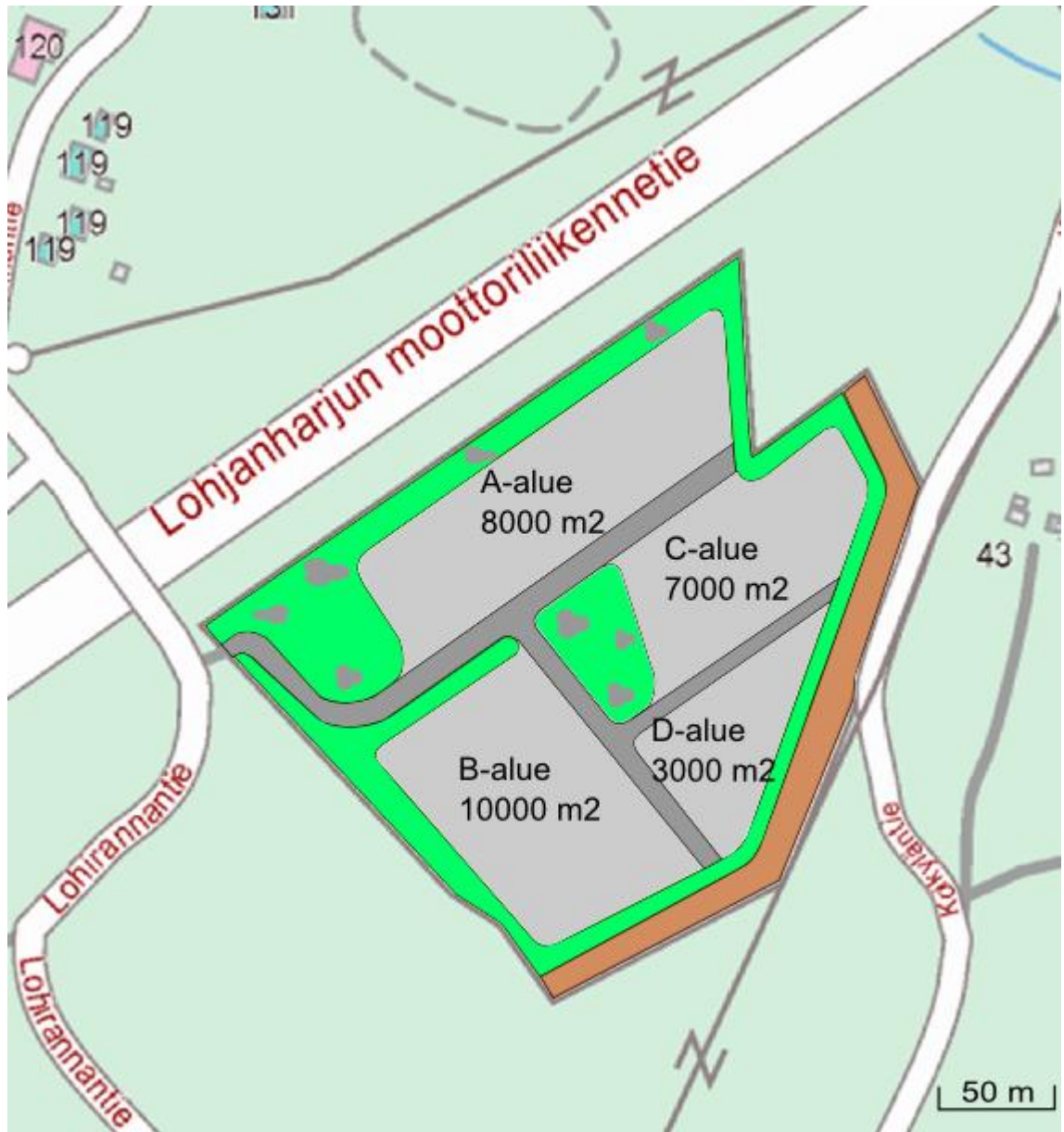
Koko alue	A, m <sup>2</sup>	V, m <sup>3</sup>
Taso +0,00m	33700	38200
Taso +0,20m	28200	32000
Taso +0,40m	23600	26600
Taso +0,60m	19400	22300

Taulukosta voidaan nähdä, että leikkaustason nosto alkuperäisestä tasosta 0,6 metriä, vähentää käsiteltävää maa-ainesmäärään lähes puolella 38200 m<sup>3</sup>:sta 22300 m<sup>3</sup>:n. Lähes 16000 m<sup>3</sup>:n ero käsiteltävässä määrässä on taloudellisesti huomattava ja tulee ottaa huomioon lopullista leikkaustasoa määritettäessä. Erityisesti taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa käsiteltävien maa-ainesten laatu. Leikkaustason valintaan vaikuttaa tietysti muutkin asiat, erityisesti tason sopivuus ympäröivään maastoon.

## 5.5 Suunnitelmaluonnos maa-alueen jatkokäytöstä

Suunnitelmaluonnos Harjun kiinteistöstä tehtiin käsiteltyjen alueen jatkokäyttömahdollisuuksien sekä alueen käyttöä suunniteltaessa huomioitavien tekijöiden perusteella. Suunnitelma on pyritty tekemään niin, että se rajaisi alueen käyttötarkoitusta mahdollisimman vähän, mutta kuitenkin niin, että alueesta muodostuisi yhtenäinen kokonaisuus. Lähtökohtana oli laatia mahdollisimman joustava ja ympäristönäkökohdat huomioon ottava suunnitelmaluonnos alueesta. Alueesta ei myöskään haluttu tehdä teollisuusalueen kaltaista, vaan viihtyisyys, luonnonläheisyys ja sopeutuminen ympäristöön olivat tärkeässä asemassa suunnitelmaa tehdessä.

Suunnitelmaluonnos koostuu rakentamiselle ja alueella tapahtuvalle toiminnalle varatuista alueista ja niille johtavista kulkuväylistä sekä alueen viihtyisyyttä ja sulautumista ympäröivään luontoon edesauttavista kasvillisuusalueista. Kuvassa 8 on esitetty karttapohjaan tehty luonnos näistä alueista sekä niiden sijoittumisesta maa-alueelle. Karttaluonnos ei ole mittatarkka, koska sen tarkoituksena on vain havainnollistaa eri alueiden sijoittelua.



Kuva 8. Karttaluonnos alueesta. Taustakarttana Maanmittauslaitoksen kartta-aineistoa [11].

#### 5.5.1 Rakentamiselle ja muille toiminnoille varatut alueet

Rakentamista ja muita toimintoja varten maa-alueelle on varattu neljä erillistä ja erikoista piha-aluetta. Alueiden suunnitelmaluonnoksessa käytettävät nimet ja pinta-alat ovat:

- A-alue, 8000 m<sup>2</sup>
- B-alue, 10000 m<sup>2</sup>

- C-alue, 7000 m<sup>2</sup>
- D-alue, 3000 m<sup>2</sup>

Alueet rajoittuvat viheralueisiin sekä kulkuväyliin. Alueet ovat erillisiä, jotta niille on helppo sijoittaa eri toimintoja, jolloin ne myös erottuvat toisistaan. Alueet voivat olla eri käyttäjien hallussa, jolloin jokaisella on tavallaan oma tontti. Alueita voidaan myös tarvittaessa yhdistää tai jakaa pienempiin osiin toimintojen niin vaatiessa.

Alueiden rakentaminen koostuu rakennuksista ja piha-alueesta. Piha-alueiden ja rakennusten tulee täyttää sekä toiminnan määrittelemät että viranomaisten asettamat vaatimukset.

### 5.5.2 Kulkuväylät alueella

Kiinteistön alueella kulkuväylät johtavat jokaiselle erilliselle piha-alueelle. Liittymä Lohirannantieltä on sen nykyisessä paikassaan juuri ennen moottoritien ylittävää siltaa. Kulkuväylä kääntyy ensin tulosuunnassa oikealle ja sen jälkeen vasemmalle. Tämän jälkeen sisääntuloväylä jatkuu suoraan alueen halki ja sitä kautta on kulku A- ja C-alueille. Sisääntuloväylältä erkanee noin 80 metrin päässä sivuväylä oikealle, jota kautta on kulku vastaavasti B- ja D-alueille. Sivuväylältä kääntyy vielä tulosuunnassa vasemmalle pieni kulkuväylä C- ja D-alueiden pihoille. Tarvittaessa C- ja D-alue voidaan yhdistää poistamalla kulkuväylä niiden välistä.

Sisääntuloväylän ja siitä kääntyvän sivuväylän leveyden tulee olla sellainen, että kaksisuuntainen liikenne pääsee liikkumaan niillä sujuvasti. Lisäksi näiden kulkuteiden yhteyteen voidaan rakentaa myös kulkutie kevyttä liikennettä varten toiminnan niin vaatiessa. Kolmas kulkuväylä C- ja D-alueille voidaan suunnitella pienemmäksi, mutta kuitenkin kaksisuuntaiselle liikenteelle. Kulkuväylät voivat olla päällystettyjä ja varustettu reunakivin, jotta ne erottuvat riittävästi muista alueista.

### 5.5.3 Viheralueet

Viheralueiden suunnittelussa on kiinnitetty erityisesti huomiota niiden soveltuvuudessa ympäröivään luontoon. Koko aluetta ympäröivät viheralueet, joiden on tarkoitus tarjota

suojavyyhyke ympärillä olevaan maastoon ja samalla pehmentää kontrastia luonnon ja rakennetun alueen välillä.

Alueen itä- ja kaakkoispuolella viheralue toimii yhdessä maa-aineksista rakennetun suojavallin kanssa suojavyyhkkeenä Koikyläntielle päin. Viheralueen leveys suojavallista on noin 10 metriä. Lounaassa noin 10-15 metriä leveä viheralue rajoittuu maa-alueen rajalla kulkevaan ojaan. Näillä alueilla kasvillisuuden tulisi sopia ympäröivään luontoon. Kasvillisuus olisi lähinnä melko matalaa ja lisäksi istutettaisiin muutamia mäntyjä. B-alueen ja sisääntuloväylän välissä on viherkaistale, jossa on maanpeitekasveja ja pieniä pensasmaisia havukasveja. Tarvittaessa tämä viherkaistale voidaan poistaa tai siirtää, mikäli B-alueelle tarvitaan kulku tätä kautta.

Alueen keskellä on kooltaan noin 1000 - 2000 neliömetrin kokoinen viheralue, joka toimii tilanjakajana ja tuo alueelle viihtyisyyttä ja luonnonläheisyyttä. Viheralue reunustetaan alueella olevilla maa-ainesten otosta ylimääräisiksi jääneillä kivillä, jolloin viheralue myös nousee hieman ympäröivää maastoa ylemmäksi. Viheralueen eri puolille sijoitetaan suuremmista kivistä kiviasetelmia ja niiden ympärille kangasmaastolle ominaisia maanpeitekasveja, pieniä havukasveja sekä muutama mänty. Kiviasetelmat voidaan myös valaista.

Luoteispuolella moottoritien hirviaitaan ja A-alueeseen rajoittuen on noin 10 metriä leveä viherkaistale, jonka tarkoitus on tuoda käyttöaluetta kauemmas moottoritielinjauksesta. Sisääntuloliittymän puolella viheralue levenee kulkuväylään asti tarjoten näin hieman näkösuojaa Lohirannantielle päin ja samalla se erottaa sisääntuloliittymän piha-alueista. Hirviaidan viereen ja sisääntuloliittymän kohdalle viheralueelle tehdään erilaisia valaistuja kiviasetelmia, jotka näkyvät moottoritielle ja toimivat alueen maamerkkinä moottoritietä ja Lohirannantietä kulkeville. Kiviasetelmiin käytetään alueella olevia suuria ylimääräisiä kiviä. Kivien lisäksi tällekin viheralueelle istutetaan ympäristön kangasmaastoon sopivia maanpeitekasveja sekä pieniä havukasveja. Joitakin mäntyjä voidaan istuttaa sisääntuloliittymän puoleiselle leveämmälle osalle. Hirviaidan viereen varataan myös paikkoja moottoritielle näkyviä mainostauluja varten.

## 6 Yhteenveto

Tämä insinöörityö tehtiin Harjun kiinteistön maa-ainestenoton suunnittelun avuksi ja jatkokäyttömahdollisuuksien arvioimiseksi. Työn toteutus alkoi maa-alueen 3D-kartoituksella, jossa alue kuvattiin lennokkia apuna käyttäen. Tuloksena saatiin piste-pilviaineisto, jonka pohjalta luotiin 3D-pintamalli ja -ortokuva. Aineiston perusteella voitiin helposti laskea alueella olevia maa-ainesmääriä. Kartoituksen ja siitä saadun aineiston käsittelyn teki Metropolia Ammattikorkeakoulun Maanmittausyksikkö.

Kartoituksen jälkeen alueelta otettiin maa-ainesnäytteet, joista määritettiin rakeisuus, hienoainespitoisuus, irtotiheys sekä kosteuspitoisuus. Näytteenottopaikat merkittiin kartoitusaineistoon. Tutkimukset tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Rakennustekniikan yksikön laboratoriossa. Tutkimukset pyrittiin tekemään voimassa olevien standardien mukaisesti, mutta käytettävissä olleen laboratorion välineistön ja resurssien vuoksi standardien vaatimuksista jouduttiin poikkeamaan joiltakin osin. Tämän arvioitiin kuitenkin olevan mahdollista tässä työssä työn luonteesta johtuen, sillä tavoitteena oli vain arvioida maa-ainesten ominaisuuksia ja jalostusmahdollisuuksia. Erityisesti rakeisuustutkimusten pesuseulonta osoittautui hankalaksi suorittaa käytössä olleilla resursseilla, joten hienoainespitoisuuden määrittämiseksi päädyttiin vanhentuneen standardin mukaisen lietekokeen tekemiseen kaikille näytteille. Lietekokeen tulokset eivät ole niin tarkkoja kuin pesuseulonnan avulla saatavat, mutta niitä verrattaessa kolmen ensimmäisen näytteen pesuseulonnan tuloksiin havaittiin erojen olevan suuntaan tai toiseen melko pieniä.

Rakeisuustutkimusten perusteella maa-aineksille piirrettiin rakeisuuskäyrät ja ne nimettiin geoteknisen maalajiluokituksen mukaisesti. Tuloksena maa-ainesnäytteet jakautuivat kahteen pääryhmään. Noin puolet näytteistä olivat hiekkamoreeneja ja suurin osa niistä sai lisänimen sorainen. Loput näytteistä olivat hiekkvoja, joista kaksi sai myös lisänimekseen sorainen.

Rakeisuuskäyrien perusteella arvioitiin ja verrattiin tutkittujen maa-ainesten ominaisuuksia, erityisesti routivuutta. Routivuuden osalta arviointia olisi helpottanut ja se olisi ollut luotettavampi, mikäli maa-ainesnäytteille olisi tehty vielä areometrikokeet ja pesuseulonta olisi suoritettu kaikille näytteille. Tähän ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta, joten se täytyy myös huomioida tulosten luotettavuutta arvioitaessa.

Maa-ainesnäytteiden edustamia maa-ainesmääriä arvioitiin kartoitusaineiston käsittelyssä laskemalla kasojen tilavuuksia ja maa-ainesnäytteiden arvioitujen esiintymispinta-aloja. Koko alueella käsiteltäviä maa-ainesmääriä selvitettiin laskemalla alueen tasoittamisessa määrättyyn korkoon, tason yläpuolelle jäävän maa-aineksen määrä. Tavoitteena oli saada suuntaa-antavia määriä käsiteltäville maa-aineksille ja tämä tavoite täyttyi hyvin. Tutkittavat maa-ainekasat ja alueet oli helppo merkitä kartoitusaineiston perusteella ja mallinnusohjelmalla saatiin laskettua niiden tilavuudet. Tulosten tarkkuus riippuu lähinnä siitä, kuinka tarkasti kasojen ja esiintymäalueiden rajat on arvioitu kartakuvaan.

Jatkokäytön suunnittelussa otettiin esille alueelle sopivia käyttömahdollisuuksia sekä suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja. Jatkokäyttömahdollisuuksia arvioitiin olevan ainakin varastointiliiketoiminnan ja liikerakentamisen sekä vapaa-aikaan ja harrastuksiin liittyvän toiminnan aloilla. Lisäksi mahdollisten käyttöalueiden arvioinnin perusteella alueen käytöstä luotiin suunnitelmaluonnos, jossa esitettiin luonnos toiminta-alueiden, kulkuväylien ja viheralueiden mahdollisesta sijoittumisesta alueelle.

3D-lennokin käyttäminen kartoituksessa on melko uutta tekniikkaa ja se yllätti nopeudellaan ja vaivattomuudellaan, mutta myös tarkkuudellaan. Erityisesti kerätyn aineiston perusteella luodusta 3D-ortokuvasta oli helppo tarkastella kartoituskohdetta kolmiulotteisesti. Maa-ainesten tutkimustuloksia tarkasteltaessa huomattiin kuinka pienistä asioista maalajien ominaisuudet muuttuvat. Erityisesti routivuuden arvioimisessa haasteena oli rakeisuuskäyrien tulkinta rajatapauksissa ja hienoaineksen määrän selvittäminen. Lisäksi hienoaineksen rakeisuuskoostumuksen selvittäminen olisi helpottanut moreenien routivuuden arviointia, mutta valitettavasti käytetystä Metropolian laboratoriosta ei tarvittavia koevälineitä löytynyt. Työn tavoitteena olleen vain suuntaa-antavan arvioinnin vuoksi hienoainesten rakeisuutta ei lähdetty selvittämään myöskään ulkopuolisen laboratorion avulla.

Työssä saatuja maa-ainestutkimusten tuloksia tullaan käyttämään alueelta tapahtuvan maa-ainesten oton suunnittelussa. Toteutuksen ja taloudellisen kannattavuuden suunnittelussa on lisäksi apuna kartoitusaineiston perusteella tehty käsiteltävien maa-ainesmäärien arviot. Jatkokäyttömahdollisuuksien arviointi sekä tehty suunnitelmaluonnos alueesta toimivat tulevaisuudessa pohjana suunniteltaessa alueen kehittämistä.



## Lähteet

- 1 Jääskeläinen, Raimo. 2009. Geotekniikan perusteet. Tampere: Tammertekniikka.
- 2 SFS-EN 933-1. Kiviainesten geometrysten ominaisuuksien testaus. Rakeisuuden määrittäminen. Seulontamenetelmä. 2012. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 3 SFS-EN 1097-3. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Irtotiheyden ja tyhjätilan määrittäminen. 1998. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 4 SFS-EN 1097-5. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Kosteuspitoisuuden määrittäminen kuivaamalla tuuletetussa lämpökaapissa. 2008. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 5 SFS-EN 933-8. Kiviainesten geometrysten ominaisuuksien testaus. Hienoainesten määrittäminen. Hiekkaekvivalenttitest. 2012. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 6 Taajamaosayleiskaava, Natura 2000 -verkostoon kuuluvat alueet, kynnysarviotarkastelu. 2011. Verkkodokumentti. Lohjan kaupunki, Kaupunkisuunnittelu-keskus.  
<<http://www.lohja.fi/Liitetiedostot/Kaupunkisuunnittelu/Natura%202000%20Verkoston%20kuuluvat%20alueet.pdf>>. Luettu 11.4.2014.
- 7 Lohjan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. 2003. Lohjan kaupunki.
- 8 Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Yleiset perusteet. 1993. Helsinki: Tielaitos
- 9 SFS-EN 13242. Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset. 2008. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 10 SFS 5278. Betonin runkoaineet. Lietepitoisuus. 1987. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.
- 11 Maanmittauslaitoksen ladattava kartta-aineisto. 24.04.2014. Maanmittauslaitos.
- 12 Oma valokuva-arkisto. 2014. Sami Saarinen.
- 13 3D-kartoituksen mittausaineistosta tuotettu kuva. 2014. Metropolia Maanmittaus-tekniikka.

- 14 Maankaivu, menekit ja menetelmät. 2003. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 15 E18 moottoritien suunnitelma-asiakirjat. 2002. Tiehallinto.

